

ESTRUCTURA Y PROPIEDADES DE AMINOÁCIDOS Y PÉPTIDOS

Fabián Rodríguez
Julio 2011

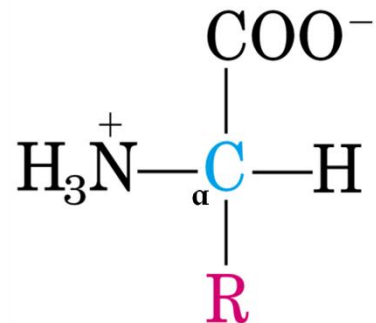
AMINOÁCIDOS

Un aminoácido es una molécula orgánica que en su estructura contiene un grupo amino (NH_2) y un grupo carboxilo (COOH). Los aminoácidos son los monómeros a partir de los cuales se forman las proteínas, en cuyo caso pasan a denominarse residuos de aminoácidos debido a la pérdida de los elementos del agua al unirse dos aminoácidos.

En la naturaleza existen mas de 300 aminoácidos diferentes, pero solo 20 de ellos se encuentran codificados en el DNA y por tanto son los constituyentes de las proteínas en donde se encuentran contenidos en distintas proporciones.

ESTRUCTURA Y NOMENCLATURA DE LOS AMINOÁCIDOS

Todos los 20 aminoácidos encontrados en las proteínas son α -aminoácidos, es decir poseen un grupo amino y un grupo carboxilo unidos a un mismo carbono, que por convención se denomina carbono α , siendo este entonces, el carbono contiguo al grupo carboxilo. Al carbono alfa se unen otros dos sustituyentes, uno de ellos es un átomo de hidrógeno y el otro es el denominado grupo R, el cual es diferente en cada uno de los aminoácidos y es el responsable de otorgarle las propiedades características a cada uno de ellos. En resumen cualquier aminoácido se encuentra formado por un carbono al cual se unen 4 sustituyentes: un grupo amino, un grupo carboxilo, un hidrógeno y un grupo R.



Cada aminoácido posee un nombre propio, habitualmente relacionado con la fuente a partir de los cuales fueron aislados. Los 20 aminoácidos suelen representarse mediante dos sistemas, el primero de ellos utiliza las primeras 3 letras del nombre del aminoácido en el idioma inglés y el segundo sistema representa cada uno de los 20 aminoácidos mediante una letra que en algunos casos corresponde a la primera letra del nombre del aminoácido, en otros se trata de una letra relacionada fonéticamente con el nombre del aminoácido en el idioma inglés, otros se valen de cualquier letra contenida en el nombre del aminoácido relacionados con estos y finalmente en el caso de la lisina la letra K fue asignada por su contigüidad a la letra L.

CLASIFICACIÓN Y CONSIDERACIONES INDIVIDUALES DE LOS AMINOÁCIDOS

Los 20 aminoácidos pueden clasificarse de muy diversas formas, sin embargo dos de las más utilizadas son la clasificación en base a su obtención por el organismo y la clasificación en base a las propiedades de sus grupos R.

De acuerdo a su obtención por el organismo

Se clasifican en esenciales y no esenciales. Se denominan esenciales a aquellos aminoácidos que no pueden ser sintetizados de novo por un organismo vivo; en el caso de los seres humanos se trata de 10 aminoácidos, de los cuales algunos solo son realmente esenciales en determinadas condiciones como la lactancia, los periodos de crecimiento celular y la enfermedad (Arginina e Histidina).

De acuerdo a su Obtención por el Organismo	
Esenciales	No Esenciales
Valina (Val, V)	Alanina (Ala, A)
Leucina (Leu, L)	Prolina (Pro, P)
Treonina (Thr, T)	Glicina (Gly, G)
Lisina (Lys, K)	Serina (Ser, S)
Triptófano (Trp, W)	Cisteína (Cys, C)
Histidina (His, H)	Asparagina (Asn, N)
Fenilalanina (Phe, F)	Glutamina (Gln, Q)
Isoleucina (Ile, I)	Tirosina (Tyr, Y)
Arginina (Arg, R)	Aspartato (Asp, D)
Metionina (Met, M)	Glutamato (Glu, E)

De acuerdo a la naturaleza de sus grupos R

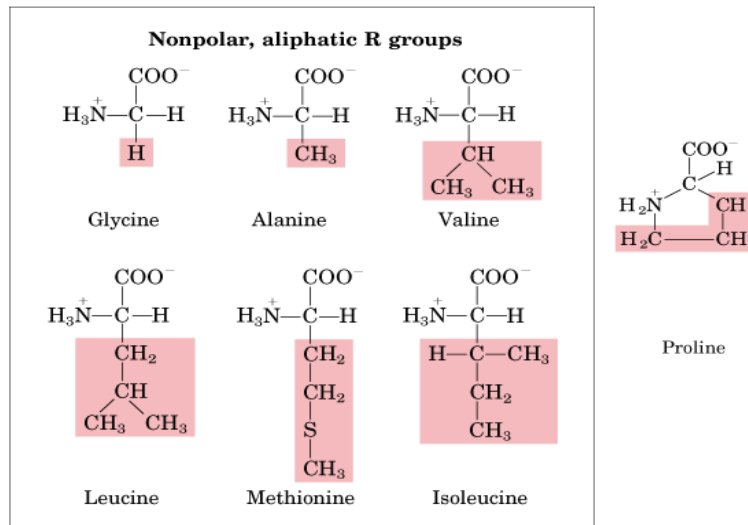
Los grupos R son los responsables de las características particulares de cada aminoácido. Esta clasificación se fundamenta básicamente en la polaridad de los grupos R y clasifica a los 20 aminoácidos en 5 grupos:

- Apolares o alifáticos
- Aromáticos
- Polares sin carga
- Polares con carga positiva
- Polares con carga negativa

Aminoácidos Apolares o Alifáticos

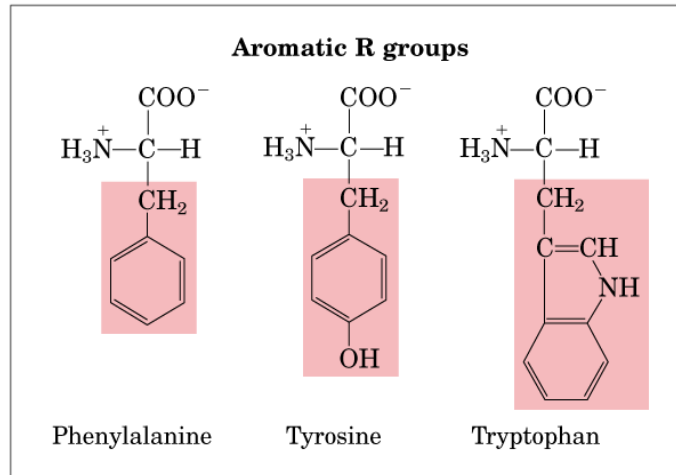
Constituidos por 7 aminoácidos caracterizados por ser fuertemente hidrofóbicos y salvo algunas excepciones (glicina y prolina) confieren estabilidad a las estructuras proteicas mediante el establecimiento de interacciones hidrofóbicas, por tanto suelen ubicarse en el centro de las proteínas con estructura terciaria; ellos son: Glicina, Alanina, Prolina, Valina, Leucina, Isoleucina y Metionina.

- *Glicina*: es el aminoácido más pequeño de todos, su grupo R esta constituido por otro átomo de hidrogeno, por tanto suele encajar en regiones de la estructura tridimensional de las proteínas inaccesibles para otros aminoácidos por tanto se encuentra en regiones donde los péptidos se doblan de forma aguda, dificultando de esta forma el plegado de las proteínas.
- *Prolina*: presenta la particularidad de poseer su grupo amino unido al grupo R formando una estructura cíclica; motivo por el cual posee una conformación rígida que resta flexibilidad a las estructuras proteicas y dificulta el plegado.
- *Metionina*: en su estructura contiene un átomo de azufre; junto con la Cisteína son los dos aminoácidos de los 20 que contienen azufre.



Aminoácidos Aromáticos

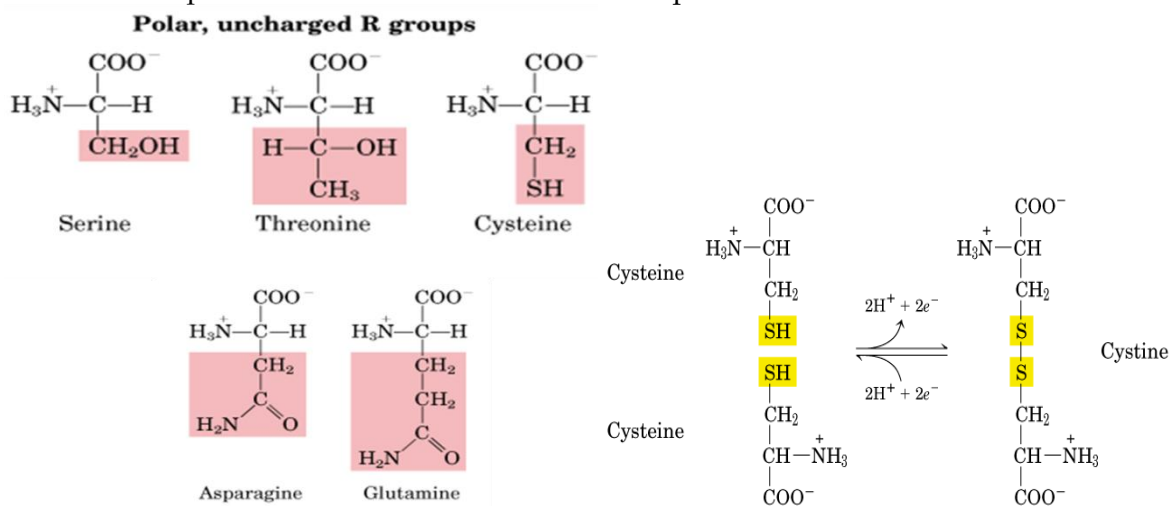
Constituidos por 3 aminoácidos (Fenilalanina, Tirosina y Triptófano) cuyas cadenas laterales son ciclos aromáticos, por consiguiente son relativamente hidrofóbicos. Los 3 se caracterizan por absorber la luz ultravioleta (la fenilalanina menos que la tirosina y el triptófano) a una longitud de onda de 280 nm. La Tirosina destaca en este grupo por poseer un grupo hidroxilo (OH-) que le permite formar puentes de hidrógeno y actuar como grupo funcional de varias enzimas; junto con la Serina y la Treonina constituyen los 3 aminoácidos hidroxilados, de importancia debido a que suele ser sobre este grupo OH que ocurre la fosforilación enzimática.



Aminoácidos Polares sin Carga

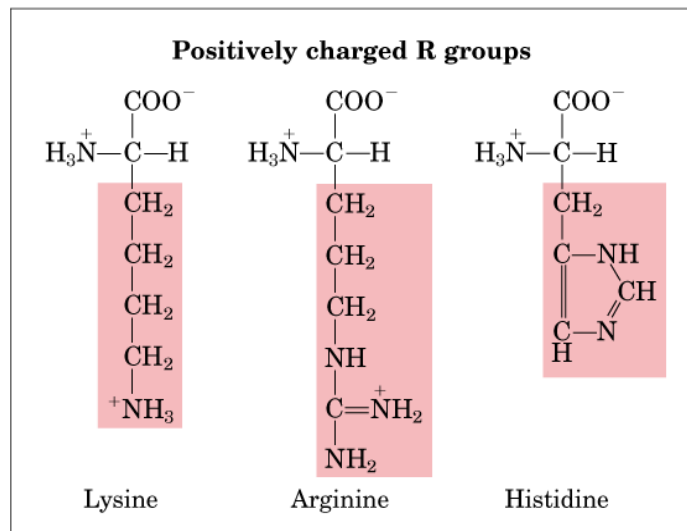
Constituidos por 5 aminoácidos (Serina, Treonina, Cisteína, Asparagina y Glutamina). Estos aminoácidos son mucho más hidrofílicos que los anteriores y a pesar de no poseer carga neta, la presencia de grupos funcionales con carácter polar les permiten formar puentes de hidrógeno.

- *Serina y Treonina*: ambos contienen grupos hidroxilos
- *Asparagina y Glutamina*: son las amidas derivadas del Aspartato y el Glutamato respectivamente.
- *Cisteína*: es el segundo aminoácido que contiene azufre, bajo la forma de un grupo sulfhidrilo (-SH). Posee la particularidad que producto de la oxidación de los grupos sulfhidrilo de dos moléculas de cisteína se forma un enlace covalente entre estas originándose un "nuevo" aminoácido dimérico denominado Cistina. El enlace covalente formado entre ambos grupos sulfhidrilo oxidado se denomina puente disulfuro, el cual es de vital importancia en la estructura de muchas proteínas.



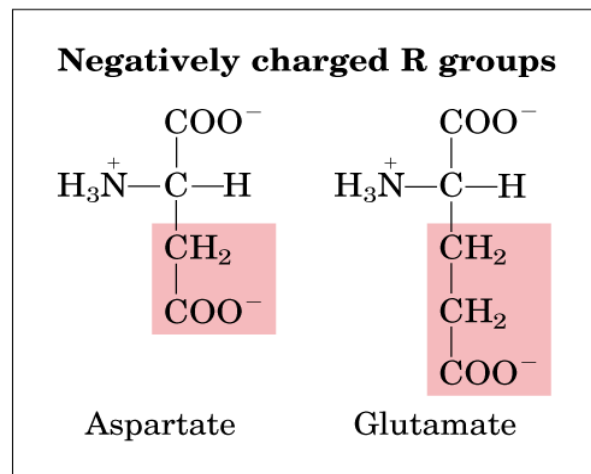
Aminoácidos Polares con Carga Positiva

Constituidos por 3 aminoácidos (Lisina, Arginina e Histidina). De este grupo destaca la Histidina debido a que es el único de los 20 aminoácidos que posee un grupo R con un pKa próximo a la neutralidad, por lo que a pH puede estar cargada positivamente o no poseer carga neta; lo cual le permite participar en varias reacciones enzimáticas actuando como dador/aceptor de protones.



Aminoácidos Polares con Carga Negativa

Es el grupo menos numeroso; formado por 2 aminoácidos (Aspartato y Glutamato).



AMINOÁCIDOS MODIFICADOS

Algunas proteínas contienen residuos de aminoácidos diferentes a los 20 aminoácidos estándar, obtenidos por modificaciones en los residuos estándar.

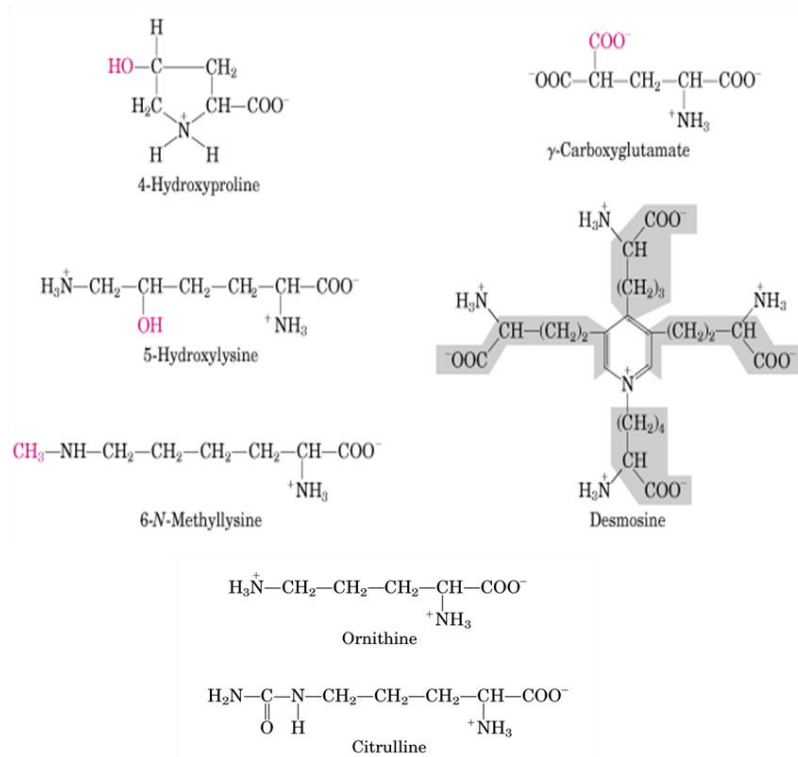
4-Hidroxiprolina e 5-Hidroxislisina: derivados a partir de la Prolina y la Lisina respectivamente; ambas forman parte de la estructura del colágeno.

6-N-metil-lisina: derivado a partir de la Lisina, es un constituyente de la miosina, principal proteína contráctil del músculo.

γ-carboxiglutamato: derivado a partir del glutamato; forma parte importante de la estructura de varias proteínas de la cascada de coagulación.

Desmosina: formada por la unión de 4 residuos de Lisina. Se encuentra formando parte de la elastina.

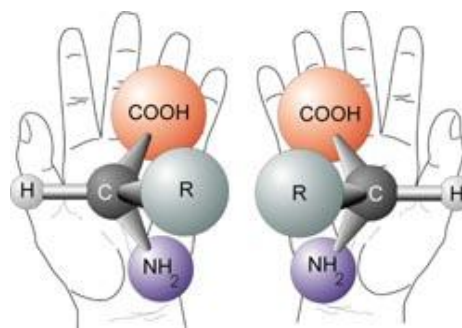
Por otra parte, algunos aminoácidos no forman parte de la estructura de proteínas, sino que constituyen importantes intermediarios en rutas metabólicas como sería el caso de la *Ornitina y la Citrulina*, que forman parte de la ruta de síntesis de la Arginina y del Ciclo de la urea.



ESTEREOQUÍMICA DE LOS AMINOÁCIDOS

Inicialmente deben recordarse algunos conceptos sobre isomería. Los Isómeros son compuestos que tienen la misma fórmula molecular pero diferente fórmula estructural y, por tanto, diferentes propiedades. Por su parte Los Estereoisómeros son un tipo de isómeros que tienen la misma fórmula molecular y la misma secuencia de átomos enlazados, pero difieren en la orientación tridimensional de sus átomos en el espacio. Los Estereoisómeros pueden ser de varios tipos, entre ellos se encuentran los Enantiómeros y los Diastereoisómeros. Los Enantiómeros son estereoisómeros que se relacionan entre sí por una reflexión: son imágenes especulares entre sí, y no son superponibles; por su parte los Diastereoisómeros no son imágenes especulares entre si. Un compuesto puede tener solo un Enantiómero (solo es posible tener una imagen especular de un objeto), pero puede tener varios Diastereoisómeros. Es bueno recurrir a varios ejemplos para entender estos conceptos:

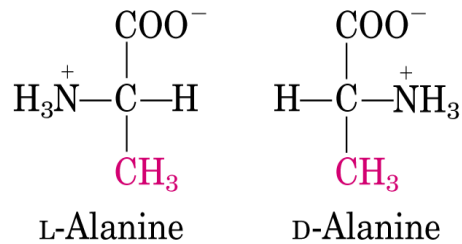
El ejemplo más natural de imágenes especulares no superponibles lo constituyen las manos derecha e izquierda; si bien en esencia son prácticamente iguales una de la otra y presentan los dedos ubicados en la misma secuencia; una es imagen especular de la otra y por tanto es posible confrontarlas, pero no superponerlas.



En química la presencia de Estereoisómeros se explica debido a la existencia de dobles enlaces o centros quirales. Un centro quiral (lo más común en química orgánica es que se trate de un átomo de carbono) es aquel átomo que posee unidos a él 4 sustituyentes DISTINTOS entre sí. Los 4 sustituyentes diferentes pueden ocupar dos ordenamientos distintos en el espacio originando de esta forma la existencia de dos estereoisómeros. Si una molécula posee únicamente un centro quiral, los dos estereoisómeros originados serán forzosamente imágenes especulares entre sí (Enantiómeros), sin embargo la presencia de más de un carbono quiral origina la existencia de más estereoisómeros los cuales no son imágenes especulares entre sí (Diastereoisómeros). El número de estereoisómeros de un compuesto quiral dependerá del número de centros quirales, según la fórmula 2^n donde n es igual al número de centros quirales; de todos los estereoisómeros originados debe recordarse que solo dos serán Enantiómeros entre sí; el resto serán Diastereoisómeros.

La nomenclatura más utilizada para identificar los Enantiómeros es la propuesta por Emil Fischer (Proyección de Fischer) en la que se les denomina como isómeros "D" o isómeros "L" de acuerdo a la disposición de un grupo sustituyente previamente establecido; en el caso de los aminoácidos se trata del grupo amino; si este se dispone a la derecha se dice que se trata de un D-aminoácido y si se dispone hacia la izquierda se trata de L-aminoácidos. Es importante tener presente que este sistema es un sistema arbitrario en el cual el grupo sustituyente fue establecido sin tomar en consideración las propiedades ópticas de cada enantiómero (inicialmente Fischer estableció este sistema para D-gliceraldehído y el L-gliceraldehído); por tanto la proyección de Fischer no expresa la dirección de rotación del plano de luz polarizada.

Todos los aminoácidos, a excepción de la glicina (debido a que su grupo R es otro hidrógeno) poseen un centro quiral y por tanto cada uno posee un Enantiómero.



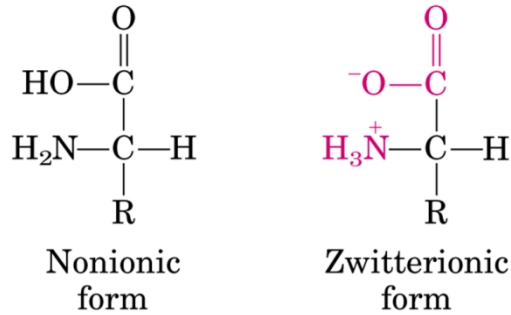
En este caso la L-Alanina y la D-Alanina son imágenes especulares entre sí y por tanto no superponibles (Enantiómeros). En el caso de la L-Alanina el grupo amino se ubica a la izquierda del plano y en la D-Alanina se ubica a la derecha del plano.

Los enantiómeros se diferencian entre sí únicamente en su capacidad para rotar el plano de luz polarizada (la luz polarizada es aquella onda que oscila en un solo plano del espacio determinado; generalmente se obtiene utilizando un polarizador). Aquellos Enantiómeros que rotan el plano de luz polarizada a la derecha se denominan dextrógiros o dextrorrotatorios y aquellos que lo rotan a la izquierda se denominan levógiros o levorrotatorios. A fin de evitar confusiones con la proyección de Fischer suele representarse la rotación del plano de luz mediante letras minúsculas o mediante los signos “+” o “-”; los isómeros dextrógiros se representan con una “d” o un signo “+” y los isómeros levógiros con una “l” o un signo “-”. es importante tener presente que no todos los aminoácidos D giran el plano de luz polarizada a la derecha ni todos los aminoácidos L giran el plano de luz polarizada a la izquierda.

Los residuos aminoácidos de las proteínas son todos L-aminoácidos (aunque a pH fisiológico algunos giran el plano de luz polarizada a la derecha y otros a la izquierda). Esto se explica posiblemente por la estereoespecificidad de las enzimas las cuales tienen sus sitios activos asimétricos y adaptados a la configuración de los D-aminoácidos no siendo posible sintetizar o reconocer los L-aminoácidos

PROPIEDADES ÁCIDO-BASE Y PUNTO ISOELÉCTRICO

Los grupos amino y carboxilo, así como los grupos R de los aminoácidos son grupos ionizables que actúan como ácidos o bases débiles. El pKa del grupo carboxilo de los aminoácidos es de aproximadamente 2 y el pKa del grupo amino de aproximadamente 10 (debe recordarse que el pKa de un ácido es el valor de pH en el cual existe igual concentración de la especie dadora de electrones como de la especie aceptora de electrones o dicho de otra forma, igual concentración de la forma protonada y desprotonada; por consiguiente, por debajo del valor de pKa predominará la forma protonada y por encima de este la forma desprotonada). Debido a lo anterior a un valor de pH fisiológico el grupo carboxilo habrá perdido un protón (COO⁻) mientras que el grupo amino se encontrará aun protonado (NH₃⁺); si se considera la glicina cuyos únicos grupos ionizables son el grupo carboxilo y el grupo amino a pH neutro la glicina se encontrará en solución en forma de **zwitterion**, definido como el ión dipolar de un aminoácido que se forma al disolverse en agua.



En forma zwitterionica un aminoácido puede actuar como ácido (el grupo amino puede donar un protón) y como base (el grupo carboxilo puede aceptar un protón); por tanto los aminoácidos son sustancias anfóteras (sustancias que pueden reaccionar como ácidos o como bases), más a menudo denominadas anfóteros (anfóteros que son sustancias iónicas).

Un concepto de vital importancia al considerar las propiedades eléctricas de los aminoácidos es el de **punto isoelectrico (pI)**; el cual puede ser definido como el valor de pH al cual un aminoácido tiene carga neta 0. El pI de un aminoácido coincide con la forma zwitterionica de este, por consiguiente puede afirmarse que **un aminoácido tiene carga positiva a un pH por debajo de su pI y tiene carga negativa a un pH por encima de su pI** debido a que por debajo del pI predomina la especie protonada (cargada positivamente) y por encima predomina la especie desprotonada (cargada negativamente).

Todos los aminoácidos poseen una forma zwitterionica, sin embargo en el caso de los aminoácidos con un grupo R ionizable, el establecimiento de la forma zwitterionica se verá influenciado por las características de cada grupo R en particular.

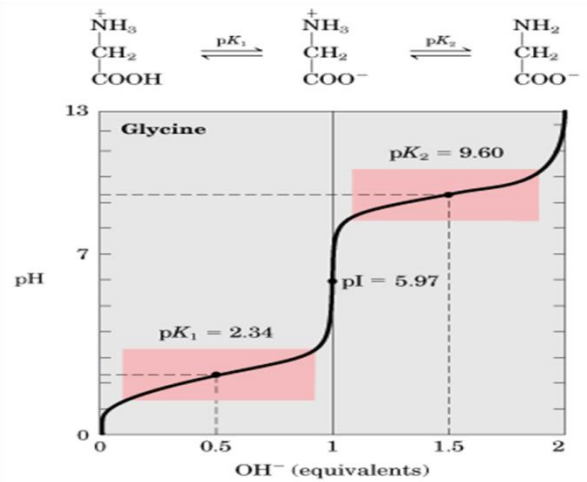
CURVAS DE TITULACIÓN Y CAPACIDAD AMORTIGUADORA DE LOS AMINOÁCIDOS

Debido a las características de sus grupos ionizables, todos los aminoácidos tienen características amortiguadoras (un amortiguador, buffer o tampón es un sistema acuoso que tiende a resistir cambios en su pH cuando se añaden pequeñas cantidades de ácido o base). Un compuesto tiene capacidad amortiguadora en el intervalo de pH adyacentes al valor de pKa de cada uno de sus grupos ionizables; en el caso de los aminoácidos los grupos ionizables son 3; el grupo amino, el grupo carboxilo y el grupo; por tanto un mismo aminoácido puede tener hasta 3 intervalos de pH diferentes en los cuales funcione como amortiguador.

Curva de titulación de un aminoácido Monoamino y Monocarboxilo

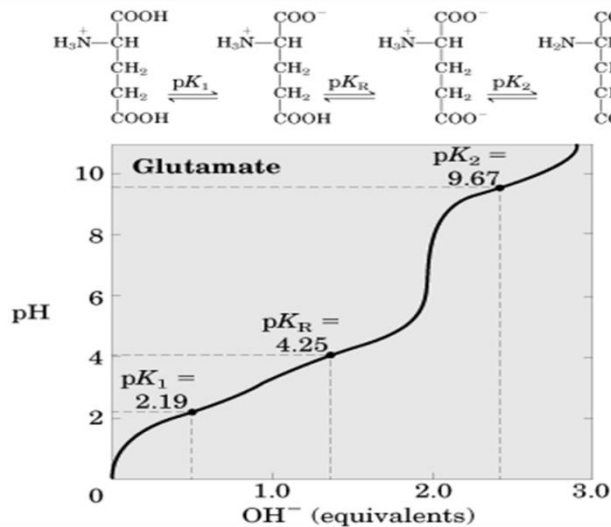
Los aminoácidos sin grupo R ionizable (tomando como ejemplo la glicina) tienen dos intervalos de pH a los cuales pueden actuar como amortiguador.

En el caso de la glicina el pKa del grupo carboxilo (representado como pK1) es de 2,34 y el pKa del grupo amino (pK2) es de 9,60. Si se inicia la titulación con una base fuerte (a un pH de 0 todo el aminoácido se encontrará completamente protonado) a medida que progresa la titulación comienza a desprotonarse el grupo carboxilo y a un pH de 2,34 la mitad de los grupos carboxilos se encontrará protonada y la otra mitad desprotonada, alrededor de este valor de pH (una unidad por encima y una unidad por debajo) la pendiente de la curva de titulación se aplana lo que indica que esta región la solución se resiste a los cambios de pH (y por tanto actúa como amortiguador). Progresa la titulación y se llega a un punto (pH=5,97) en el cual todos los grupos carboxilos se encuentran desprotonados y todos los grupos amino protonados (en este caso, el aminoácido tiene carga neta 0 en este punto y por tanto corresponde al punto isoeléctrico y también a la forma zwitteriónica). Progresa la titulación y comienza a desprotonarse el grupo amino y a un pH de 9,60 la mitad de los grupos amino se encontrará protonada y la otra mitad desprotonada y por tanto al igual que en el caso del grupo carboxilo en esta región de la curva (una unidad por encima y una unidad debajo de 9,60) la solución actúa como un amortiguador.



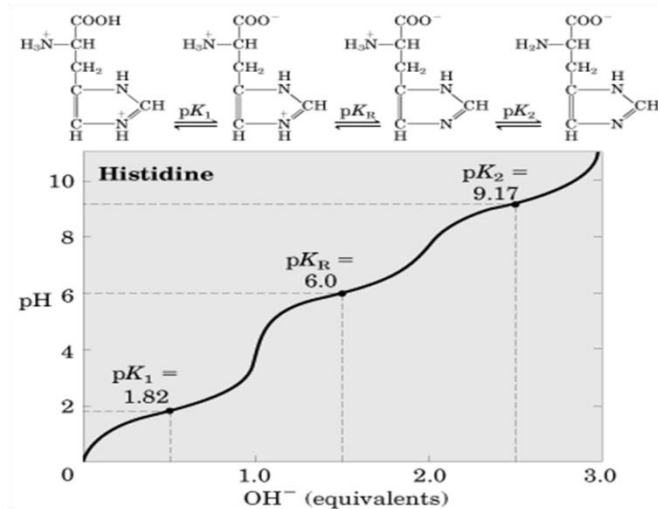
Curva de titulación de un aminoácido Monoamino y Dicarboxilo

Los aminoácidos con un grupo R ionizable cargado negativamente como el glutamato tienen 3 intervalos de pH a los cuales pueden actuar como amortiguadores.



Curva de titulación de un aminoácido Diamino y Monocarboxilo

Los aminoácidos con un grupo R ionizable cargado positivamente como la Histidina tienen 3 intervalos de pH a los cuales pueden actuar como amortiguadores.



El valor del punto isoeléctrico de un aminoácido depende de las características de los grupos ionizables, por tanto aquellos aminoácidos sin un grupo R ionizable tendrán puntos isoeléctricos alrededor de 5 o 6 (resultado de la influencia del grupo amino y carboxilo) mientras que aquellos con grupos R ionizables positivos tendrán puntos isoeléctricos alrededor de 8 (influenciados tanto por el grupo amino y carboxilo como por el grupo R) mientras que los aminoácidos con grupos R ionizables negativos tendrán puntos isoeléctricos alrededor de 3). Por tanto los puntos isoeléctricos de los aminoácidos reflejan la naturaleza de los grupos R ionizables.

Properties and Conventions Associated with the Standard Amino Acids								
Amino acid	Abbreviated names	M_r	pK_a values			pI	Hydropathy index ^a	Occurrence in proteins (%) ^b
			pK_1 (—COOH)	pK_2 (—NH ₃ ⁺)	pK_R (R group)			
Nonpolar, aliphatic R groups								
Glycine	Gly G	75	2.34	9.60		5.97	-0.4	7.2
Alanine	Ala A	89	2.34	9.69		6.01	1.8	7.8
Valine	Val V	117	2.32	9.62		5.97	4.2	6.6
Leucine	Leu L	131	2.36	9.60		5.98	3.8	9.1
Isoleucine	Ile I	131	2.36	9.68		6.02	4.5	5.3
Methionine	Met M	149	2.28	9.21		5.74	1.9	2.3
Aromatic R groups								
Phenylalanine	Phe F	165	1.83	9.13		5.48	2.8	3.9
Tyrosine	Tyr Y	181	2.20	9.11	10.07	5.66	-1.3	3.2
Tryptophan	Trp W	204	2.38	9.39		5.89	-0.9	1.4
Polar, uncharged R groups								
Serine	Ser S	105	2.21	9.15		5.68	-0.8	6.8
Proline	Pro P	115	1.99	10.96		6.48	1.6	5.2
Threonine	Thr T	119	2.11	9.62		5.87	-0.7	5.9
Cysteine	Cys C	121	1.96	10.28	8.18	5.07	2.5	1.9
Asparagine	Asn N	132	2.02	8.80		5.41	-3.5	4.3
Glutamine	Gln Q	146	2.17	9.13		5.65	-3.5	4.2
Positively charged R groups								
Lysine	Lys K	146	2.18	8.95	10.53	9.74	-3.9	5.9
Histidine	His H	155	1.82	9.17	6.00	7.59	-3.2	2.3
Arginine	Arg R	174	2.17	9.04	12.48	10.76	-4.5	5.1
Negatively charged R groups								
Aspartate	Asp D	133	1.88	9.60	3.65	2.77	-3.5	5.3
Glutamate	Glu E	147	2.19	9.67	4.25	3.22	-3.5	6.3

CÁLCULO DEL pI DE UN AMINOÁCIDO

En cualquier aminoácido el “punto isoeléctrico” se calcula con los pKa vecinos al zwitterion (carga eléctrica = cero) y es el resultado de la semisuma de estos.

Por ejemplo en el caso de la glicina el valor de los pKa adyacentes a la forma zwitterionica son 2,34 (pKa del grupo carboxilo) y 9,60 (pKa del grupo amino); y por tanto el valor del pI será 5,97.

$$\text{pI} = \frac{2,34 + 9,60}{2} = 5,97$$

En el caso del glutamato los pKa adyacentes al zwitterion son 2,19 (pKa del grupo carboxilo) y 4,25 (pKa del grupo R); y por tanto el valor del pI será 3,22.

$$\text{pI} = \frac{2,19 + 4,25}{2} = 3,22$$

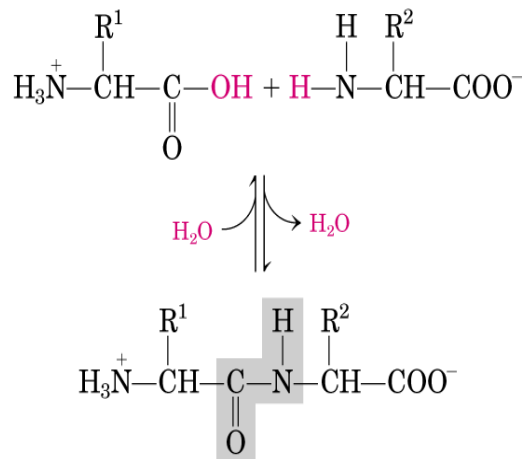
PÉPTIDOS

Un péptido es el producto de la unión de dos o más aminoácidos. El establecimiento de un péptido implica la formación de un enlace particular entre los aminoácidos (denominados residuos de aminoácidos una vez forman parte de un péptido) que recibe el nombre de enlace peptídico.

La unión de unos pocos aminoácidos forma un oligopeptido, mientras que la unión de varios de ellos se denomina polipéptido. Usualmente suele utilizarse los términos polipéptidos y proteínas de forma indistinta, sin embargo usualmente los llamados péptidos tienen masas moleculares inferiores a 10 000 y las denominadas proteínas tienen masas superiores.

FORMACIÓN DEL ENLACE PEPTÍDICO

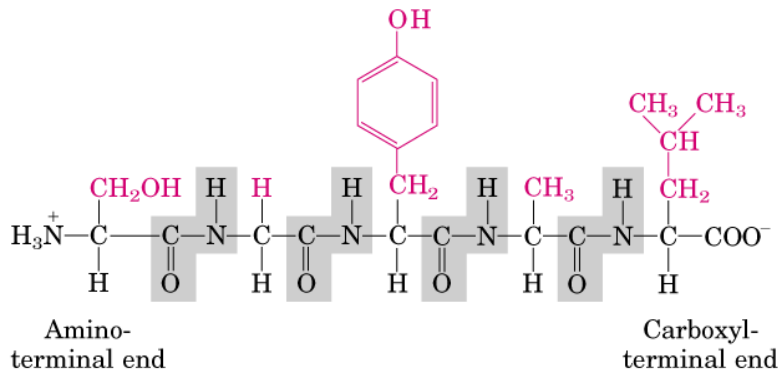
El enlace peptídico es el enlace covalente tipo amida que se forma entre el grupo α -carboxilo de un aminoácido y el α -amino de otro. La reacción de unión de dos aminoácidos para formar un péptido es una reacción de condensación en la que se produce la eliminación de una molécula de agua



La formación del enlace peptídico espontáneamente no está favorecida termodinámicamente; todo lo contrario, es la hidrólisis del enlace la que se encuentra favorecida termodinámicamente. Aunque la hidrólisis del enlace peptídico es una reacción exergónica, tiene lugar lentamente en condiciones fisiológicas debido a su alta energía de activación por lo que se requieren de altas temperaturas o de catalizadores para que esta ocurra. En consecuencia, los enlaces peptídicos de las proteínas son bastante estables, con una vida media de alrededor de 7 años en la mayoría de los casos. Para que pueda formarse el enlace peptídico se requiere que los aminoácidos sean activados previamente mediante la transferencia de un grupo fosfato del ATP.

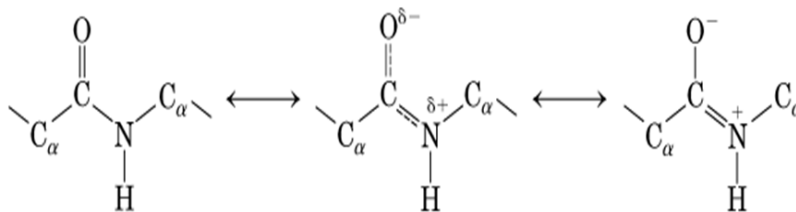
En su mayoría los péptidos presentan en uno de sus extremos un grupo amino sin reaccionar o grupo amino terminal (N-terminal) y un grupo carboxilo sin reaccionar en el

otro extremo denominado carboxilo terminal (C-terminal). Por convención un péptido se escribe y se lee con el grupo N-terminal a la izquierda y el C-terminal a la derecha.

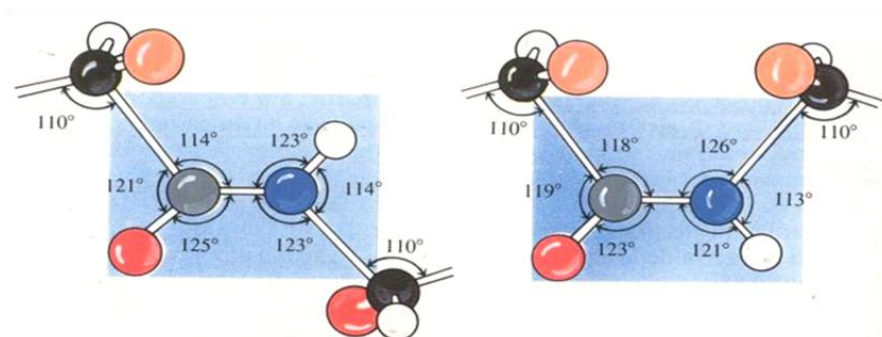


ESTRUCTURA Y PROPIEDADES DEL ENLACE PEPTÍDICO

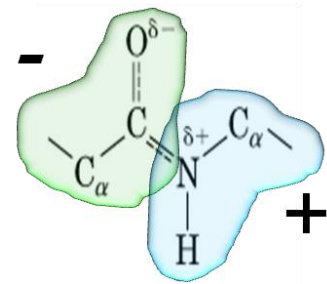
El enlace peptídico es un enlace covalente de tipo amida sustituido el cual mediante análisis por difracción con rayos X se comprobó que es ligeramente mas corto que un enlace C - N simple; esto indica que el enlace se comporta como un híbrido de resonancia (La resonancia consiste en la combinación lineal de estructuras de una molécula (estructuras resonantes) que no coinciden con la estructura real, pero que mediante su combinación, nos acerca más a su estructura real. El efecto es usado en una forma cualitativa, y describe las propiedades de atracción o liberación de electrones de los sustituyentes, basándose en estructuras resonantes relevantes), lo que le confiere carácter parcial de doble enlace y lo hace muy rígido.



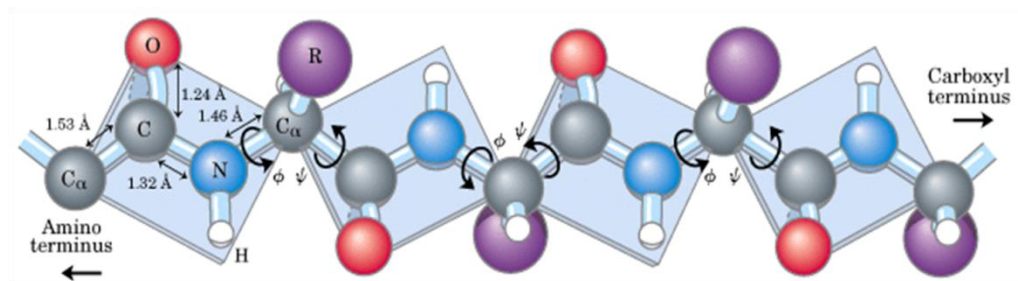
Los átomos alrededor del enlace peptídico pueden adquirir la configuración "cis" o "trans" (isómeros geométricos, un tipo de estereoisómeros que se forman a partir de la existencia de un doble enlace). Debido a los impedimentos estéricos entre grupos R muy grandes, la configuración "cis" se ve desfavorecida; por tanto predomina la configuración "trans".



El Oxígeno carbonílico del enlace peptídico tiene carga parcial negativa y el Nitrógeno amida carga parcial positiva, lo que da lugar a un pequeño dipolo eléctrico; por tanto el enlace tiene carácter polar.



Debido a la rigidez de los enlaces peptídicos el número de conformaciones que pueda adoptar una proteína se encuentra limitado; por tanto los enlaces peptídicos tienen limitada capacidad de rotación; la rotación solo es posible alrededor de los enlaces N - C α y C α - C. El ángulo de giro del enlace N-C α se denomina Φ y el del C α -C se denomina Ψ . En principio Φ y Ψ pueden adoptar cualquier valor entre -180° y $+180^\circ$; pero muchos de estos valores no son posibles a causa de las interferencias estéricas entre átomos del esqueleto polipeptídico y las cadenas laterales de los aminoácidos.



En resumen un enlace peptídico se caracteriza por:

- Es un enlace covalente
- Es un enlace tipo amida sustituido
- Tiene carácter parcial de doble enlace
- Predomina la configuración "trans"
- Tiene carácter polar
- Tiene limitada capacidad de rotación

REFERENCIAS

1. Mathews, C; van Holde, K y Ahern, K (2003). *Bioquímica*, 3a Edición, Pearson Educación; Madrid, España
2. Murray, R; Granner, D; Mayes, P y Rodwell, V (1997). *Harper: Bioquímica ilustrada* 14ª Edición, Manual Moderno; Ciudad de México; México; pp 29 - 38
3. Nelson, D y Cox, M (2009). *Lehninger Principios de Bioquímica*, 5a Edición, Ediciones Omega; Barcelona, España; pp 71 - 117