

# MERIDA-VENEZUELA



## **PROTEINAS EN ALIMENTOS:**

**Consideraciones Generales, Estructuras,  
Propiedades Funcionales y Nutricionales.**

Dra. Ana Luisa Medina  
Fac. Farmacia  
U.L.A.

# Las Proteínas

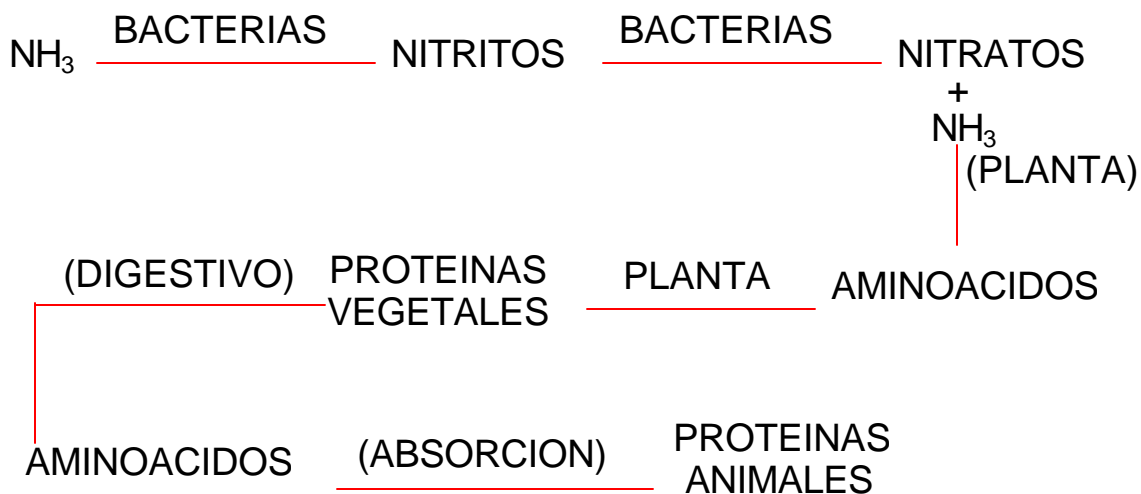
son macromoléculas formadas por polimerización de un gran número de residuos de amino ácido (20 unidades de base)

## Importancia en los alimentos

- Función fundamentalmente estructural
- Función biocatalizadora -Enzimas-
- En los alimentos son la fuente de aminoácidos esenciales 8 en adultos y 9 en infantes.

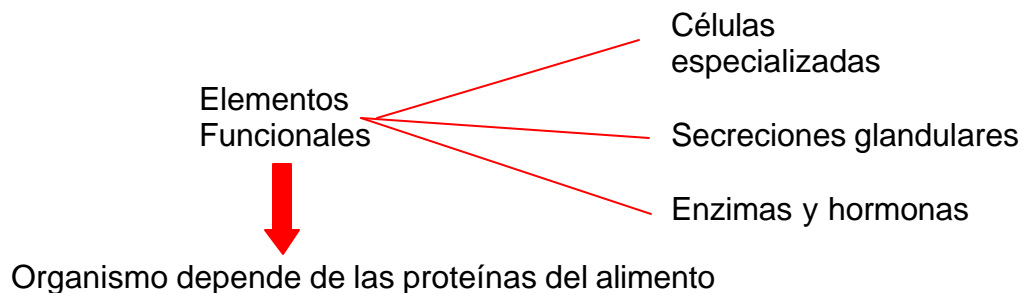
## Origen

Fuentes básicas originales son *las plantas* y *bacterias* ( el organismo animal no puede sintetizar los aminoácidos esenciales ) a partir del amoníaco del suelo.

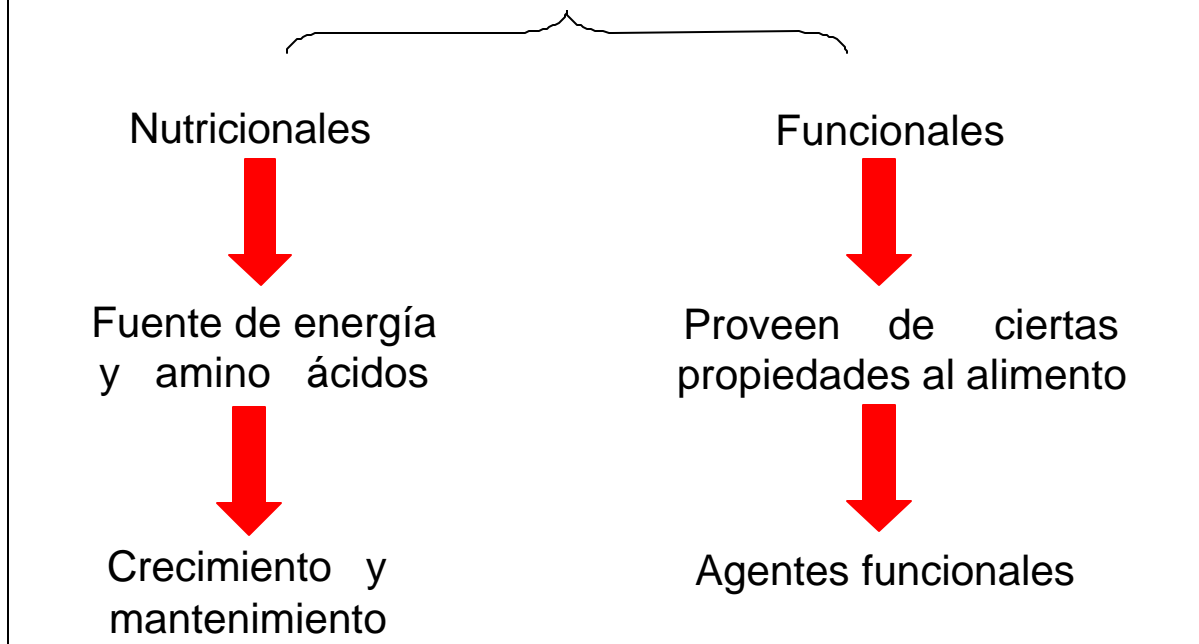


## ¿Por qué las proteínas ?

Son el elemento formativo de las células corporales  
Proteínas específicas o derivados proteicos



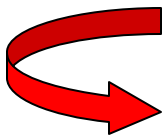
## Proteínas tienen una arquitectura particular



## Química de las proteínas

Son compuestos orgánicos con la siguiente composición, aproximada:

C	50 %	Origen del factor $6,25 = 100/16$
H	7 %	
N	16 %	
O	15 %	
S	} En cierto tipos	
P		
Fe		
Cu		



$\alpha$ -Aminoácidos constitutivos de las proteínas alimentarias.

		(Aminoácidos disociables)		
Neutros (hidrófobas)	Hidroxilados (polares OH)	Diácidas	Diaminados	Azufrados
(2c) glicocola				
(3c) alanina	serina			cisteína
(4c)	treonina	ác. aspártico		metionina
(5c) valina prolina		ác. glutámico		
(6c) leucina isoleucina			lisina histidina	
cíclicos: fenilalanina triptófano	tirosina		arginina	

## Tipos de Enlace:

Covalente:

- \* Unión peptídica -NH-OC- 30 - 100 Kcal/mol  
(asociación de un grupo alfa amino de un AA y un alfa carboxilo de otro AA, para formar la estructura primaria)
- \* Unión disulfuro -S-S-

Enlace de Esterificación:

p.ej. Ester fosfórico -O-P-O-

O OH

Atracciones Coulómbicas (iónicas) :

-COO<sup>-</sup> ....+H<sub>3</sub>N- 10 - 20 Kcal/mol

Estructura Secundaria: Ordenamiento espacial de la cadena peptídico; esto es función de la posición y de la afinidad química de los AA y de sus secuencias

- \* hojas plegadas- $\beta$  ( Interacciones H entre dos segmentos paralelos de una misma cadena)
- \* curvaturas- $\beta$

Estas uniones o interacciones darán a la proteína una disposición en el espacio  
Estructura Secundaria

Las uniones o las interacciones podrán establecerse entre AA de una misma proteína

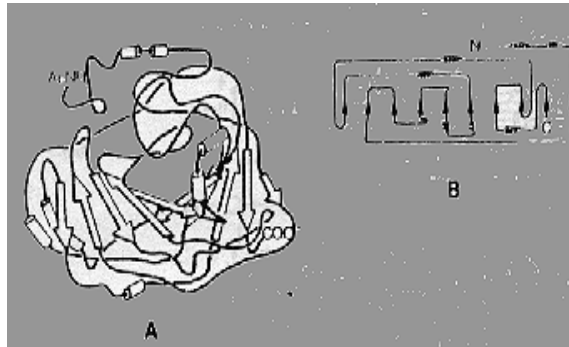
La sola presencia, por Ej, de un residuo de AA como la prolina en la secuencia de la proteína puede modificar la configuración alfa helice (Reparticion al azar da una configuración en “Pelota Estadística” “Caseína beta”.

Si por el contrario, los residuos prolina se reparten ordenadamente, la configuración helicoidal se vuelve a hacer y la configuración es mas relajada, Colágeno.

Estructura Terciaria: Corresponde a la organización intramolecular, en el espacio, de diferentes estructuras secundarias de una misma cadena proteica, las unas con respecto a las otras.

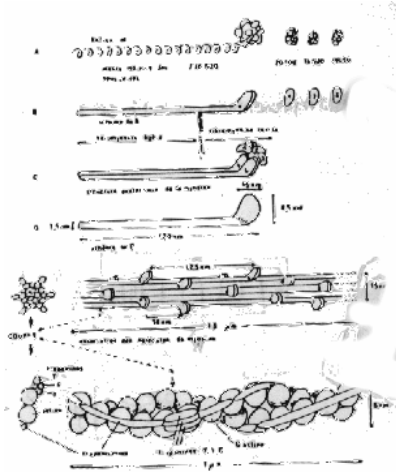
Ella resulta del establecimiento de fuerzas de interacción entre los residuos de AA constitutivos y que están en función al medio donde se encuentran

Los Puentes disulfuros mantienen la estructura terciaria y participan en la elaboración de su forma



Estructura Cuaternaria: Asociación reversible de muchas cadenas polipeptídicas, es una organización superior.

Esta formada por la asociación intermolecular de varias cadenas proteicas

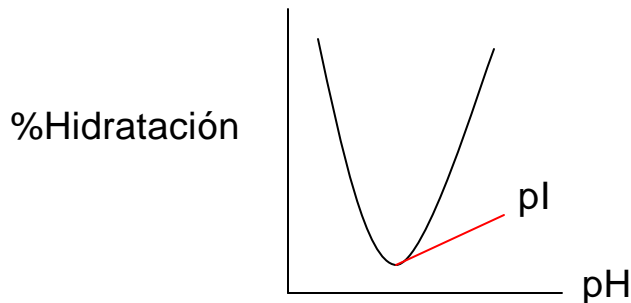


No hay uniones covalentes  $\leftarrow$  Uniones hidrófobas son preponderantes.

## Algunas Propiedades de Interés de las Proteínas

Propiedades Coloidales: Actúan como coloides hidrófilos.

- Forman soluciones coloidales.
- Cada partícula coloidal suspendida, mantiene su estabilidad por dos factores:
  - a) Carga eléctrica  $\rightarrow$  las miscelas se repelen según Ph.
  - b) Corona de hidratación  $\rightarrow$  mínima en el pI



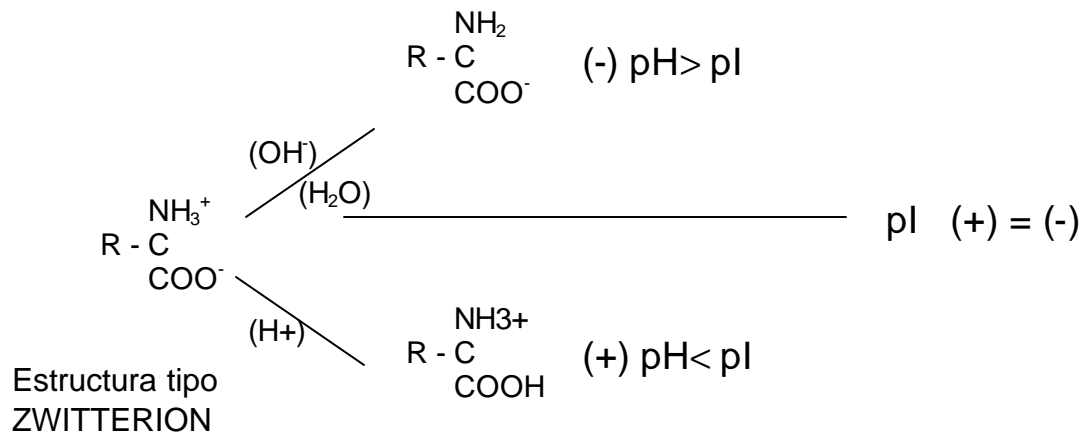
- No atraviesan las miscelas proteicas las membranas semi-permeables, de allí su posible separación por:
  - a) Ultrafiltración.
  - b) Diálisis (electrodiálisis)

Anfoterismo / Capacidad Buffer: Por poseer grupos  $\text{-COOH}$  y  $\text{-NH}_2$ , reaccionan como ácidos o álcalis.

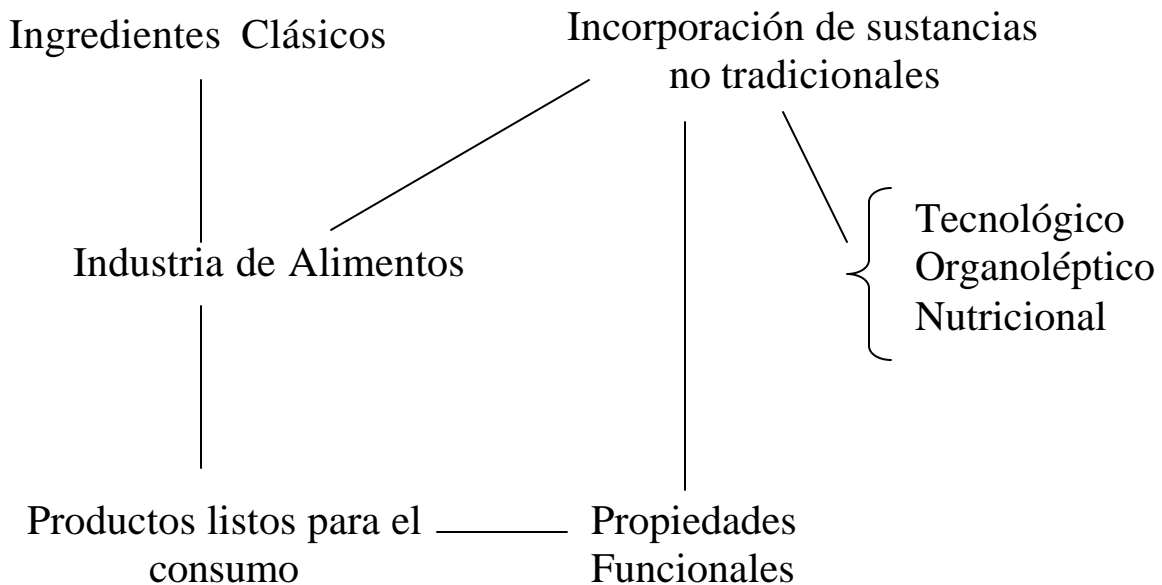
(pocos: segundos grupos  $\text{-COOH} \rightarrow$  ácido glutámico y aspártico  $\text{-NH}_2 \rightarrow$  lisina.)

Atracción de Iones: Según su carga, que depende del pH:

$+ = - \rightarrow$  Punto isoelectrico.



## Innovación de productos





# PROPIEDADES FUNCIONALES DE LAS PROTEINAS

Las propiedades funcionales, se definen como:

“ cualquier propiedad distinta a la nutritiva que condicione su utilidad en cualquier formulación alimenticia.”

“son aquellas propiedades físico-químicas que les permiten contribuir a que los alimentos exhiban características deseables.”

Las propiedades funcionales de las proteínas dependen de tres tipos de interacciones:

- Interacción proteína-agua (solubilidad):  
Propiedades hidrodinámicas.
- Interacción proteína-lípido (emulsiones):  
Propiedades de superficie.
- Interacción proteína-proteína (viscosidad):  
Propiedades de formación de geles.

## Estructura de la proteína // Aptitudes tecnológicas

- Estructura primaria / hidrofobicidad total y capacidad de formar gel - emulsión o espuma.
- Estructura secundaria (riquezas en hojas  $\beta$ ) - poder gelificante.
- Estructuras terciaria / hidrofobicidad de superficie - formación y estabilización de emulsiones y espuma.
- Estructura cuaternaria / talla y forma del conjunto proteico capacidad de gelificación.



Se debe considerar además las condiciones del medio y la relación cuantitativa estructura actividad ( QSAR )

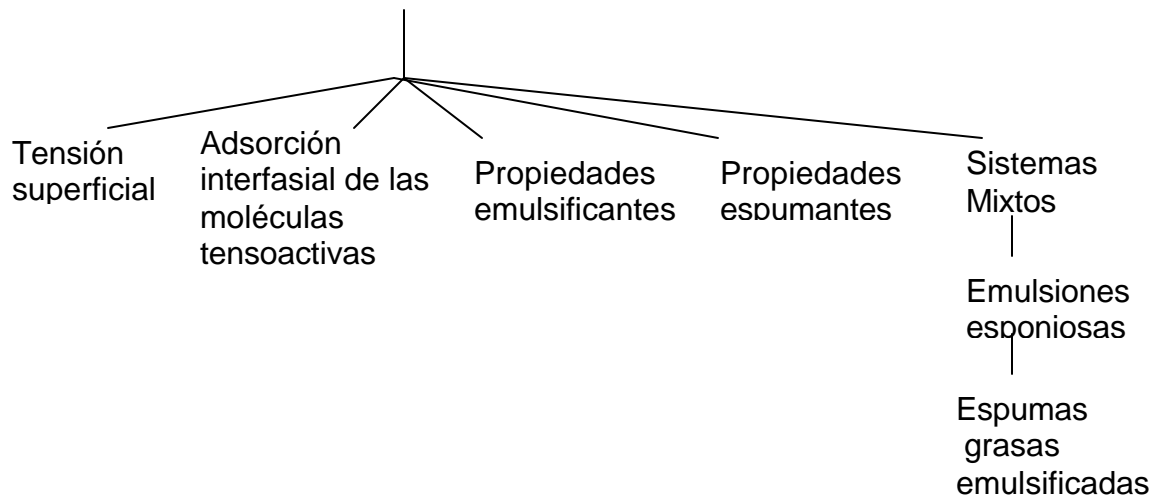
# Metodología para estudiar las propiedades funcionales.

Sistemas modelos - test (condiciones experimentales cercana a la realidad tecnológica).

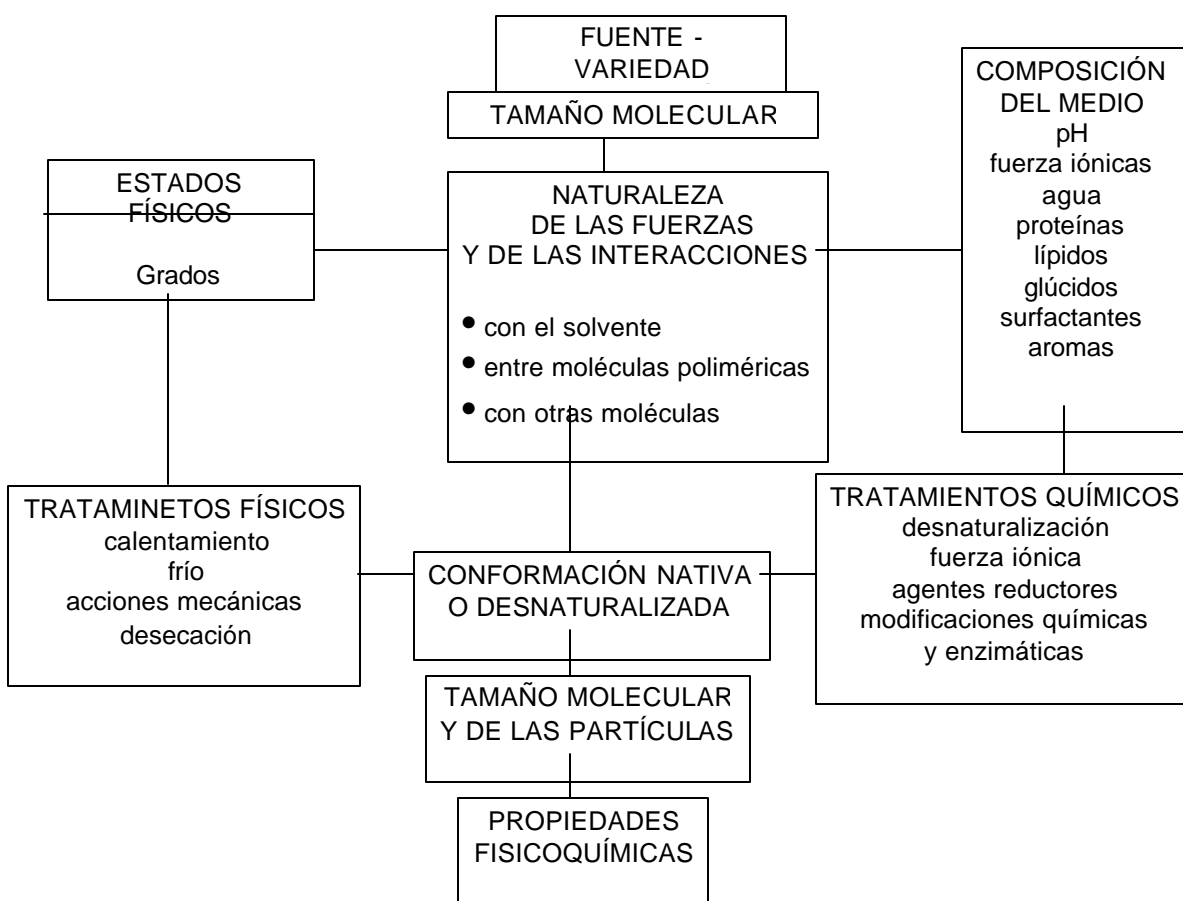
- Sistema alimentario modelo : - simplificación del alimento para entender mejor los fenómenos.
- Las propiedades físicas: - elegidas son las que se correlacionan mejor con las propiedades sensoriales.
- Las condiciones experimentales: - condiciones del medio (ph, fuerza iónica, composición etc.) y la utilización de tratamientos ( cocción, secado, etc.)

## PROPIEDADES FUNCIONALES

- Propiedades de Hidratación. (solubilidad-capacidad absorción agua).
- Propiedad de asociación y estructura (geles)
- Propiedades interfaciales (emulsiones, espumas)



Propiedades Funcionales		Estado Físico	Propiedades Sensoriales
ADSORCIÓN	Retención de aroma Retención de lípidos Adsorción de agua	Gas	Aroma
INTERFASIALES	Esponjamiento Emulsificación	Espuma Lípidos	Sabor
HIDRATACIÓN	Retención de agua Solubilidad Viscosidad	Pasta	Propiedades Kinestésicas
TEXTURA	Porosidad, Agregación, Gelificación Coagulación, Elasticidad Microestructura (celular)	Sólido disperso Sólido compacto	Tocar Reología Oído



Las necesidades nutricionales del hombre se dividen en

\*Necesidades Energeticas

- \*Necesidades en Elementos de Estructura
- \*Necesidades en Compuestos específicos de Funcionamiento

Estas necesidades se ven satisfechas por los alimentos que aseguran el aporte de macro y micro nutrientes

A diferencia de los minerales tipo Calcio, el cual es utilizado directamente por el organismo como elementos estructurales después de su asimilación, las proteínas no son directamente utilizadas, el organismo usa solo el nitrógeno y sus amino ácidos

Los organismos vivos para su funcionamiento consumen permanentemente nutrientes. El crecimiento exige al organismo el suministro de nuevos elementos nutritivos, El mantenimiento de funciones vitales, la renovación de células y de constituyentes del organismo necesitan un aporte permanente de energía bajo su forma de nutrientes

## Propiedades Nutricionales de las Proteínas

- PER: Ratio de Eficiencia Proteica se establece por medición del crecimiento de animales.

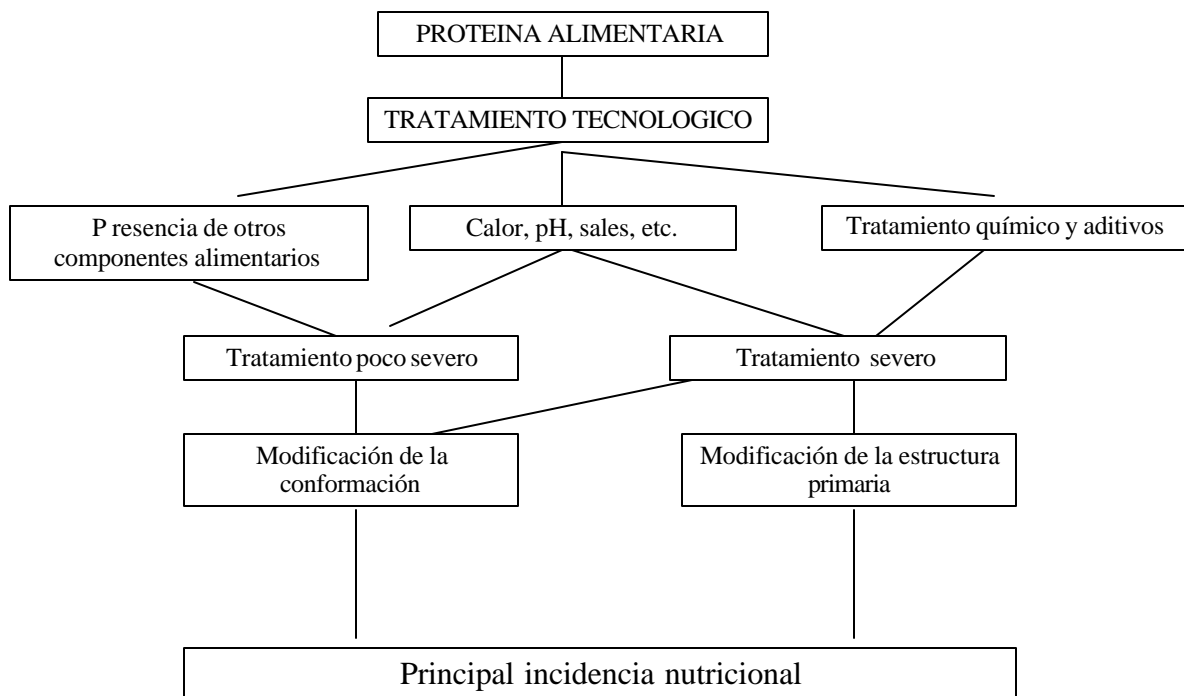
$$\frac{\text{Ganancia en Peso}}{\text{Proteínas consumida}} \times \text{Caseína} = 2.5$$

$$\frac{\text{PER calculado dieta proteica}}{\text{PER dieta referencia (caseína)}}$$

- Valor Biológico: capacidad de regenerar proteína orgánica a partir de proteína ingerida en términos porcentuales.  
Ej. Caseína 85%  
Zeína 60%
- NPU (utilización neta de proteínas): es el porcentaje de la proteína de la ingesta la cual es convertida en otra proteína
- NPR (razón proteica neta) : Aumento del peso de las ratas con dieta experimental mas la pérdida de peso de ratas con dietas aprotéicas dividido entre la proteína ingerida por las ratas con dieta experimental
- Amino ácido limitante: amino ácido que no alcanza a cubrir los requerimientos mínimo con la ingesta diaria
- RCA (razón de conversión alimenticia): Peso del alimento ingerido sobre Ganancia de peso de los animales

- FER (razón de eficiencia alimentaria): Ganancia de peso de los animales sobre Peso del alimento ingerido durante el período (28 días)
- %D (digestibilidad aparente): Proporción de Nitrógeno ingerido y que es absorbido por el animal (Se relaciona con el Nitrógeno fecal)

## Tratamiento tecnológico sobre el valor nutricional de las proteínas



## DOSIFICACIÓN DE LAS PROTEINAS EN LOS ALIMENTOS

Dosificar el nitrógeno

- Activación neutrónica
- Método Kjeldahl
- Método gasométrico de Dumas

Dosificación de funciones o radicales

- Dosificación de las uniones peptídicas - Método Biuret
- Método Lowry
- Titulación carboxílica de Sorensen
- Absorción de las proteínas en el ultravioleta
- Absorción en el cercano al infrarrojo

## APLICACIÓN DE ESTOS ANALISIS EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

- Detección y dosificación de las Enzimas en los alimento
- Detección de adulteración de la leche y subproductos
- Estudios de la desnaturalización proteica ( maduración de queso)
- Detección de fraudes en embutidos
- Identificación de cereales

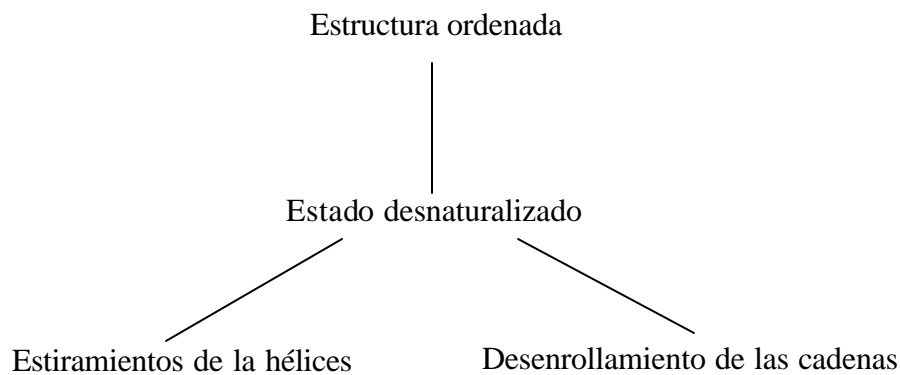
### DESNATURALIZACIÓN PROTEICA

Definición:

Es cualquier modificación no proteolítica de la molécula proteica, que ocasiona cambios definidos en las propiedades físicas, químicas o biológicas.

La modificación ocurre en la estructura molecular a nivel de la organización secundaria , terciaria y cuaternaria, no afecta la estructura primaria.

Tratamiento físico o químicos  ruptura de las uniones  conformación a la proteína



Consecuencias:

- Exposición de grupos hidrófobos
- nuevos puentes disulfuros
- molécula tiende a aglomerarse
- a precipitar o a formar geles

## ALGUNAS MODIFICACIONES PRODUCIDAS DURANTE LA DESNATURALIZACIÓN PROTEICA

- Disminución de la solubilidad creación de uniones intermoleculares polimerización de la molécula
- Poder de retención de agua e hinchamiento disminuye
- Inactivación enzimática destrucción del sitio activo
- Modificación del peso molecular por disociación en sub-unidades
- El conocimiento de estas variaciones nos permite utilizar a las proteínas en diferentes formulaciones.
- Rol estructural de las proteínas fibrosas textura de los alimentos
- Rol en la plasticidad, consistencia, viscosidad de la preparación alimenticias.
- Rol biológico de las Enzimas que gobiernan los procesos de transformaciones bioquímicas ( maduración, fermentaciones, desarrollo de aromas, etc..)

## ETAPAS DE LA DESNATURALIZACIÓN

Las proteínas en su estado nativo mantienen sus propiedades ( en estructuras  $\alpha$  Helix de Pauling con variaciones)

Ruptura de los puentes de hidrogeno y parcial desorganización de las estructuras 2A , 3A ( Y 4A ). Puede ser un proceso reversible: la proteína retorna a su estado original y propiedades.

Ruptura de puentes de hidrógenos y otros enlaces no peptidos:

- Atracciones covalentes -S-S
- Atracciones Hidrofóbicas ( -CH<sub>3</sub> .....H<sub>3</sub>C-)
- Atracciones Iónicas

por ello la  $\alpha$  Helix se desdobla o desordena, Es irreversible

Las moléculas con sus cadenas desordenadas pueden agregarse entre si formando un precipitado o un coagulo ( gel )

## **CAMBIOS EN LA MOLECULA PROTEICA QUE SON OCASIONADA POR DESNATURALIZACIÓN**

- Cambios en las propiedades químicas
- Cambios en las propiedades físicas
- Cambios en las propiedades biológicas

### **AGENTES DESNATURALIZANTES**

1.-Físicos: {  
Calor  
Desecación  
Agitación  
Ondas ultrasónicas  
Irradiación  
Congelación  
Alta presiones

2.Químicos: {  
pH demasiado alto o bajo  
Algunos reactivos químicos

### **ALGUNOS METODOS PARA PREVENIR LA DESNATURALIZACIÓN**

- Adición de azúcares:
- protege las moléculas proteicas. Cuando se bate albúmina de huevo, el azúcar debe agregarse al final para que la desnaturalización ocurra ( espuma )
- Adición de sales:
- ciertas sales evitan la desestabilización de las moléculas proteicas, ej.:
  - En la leche evaporada se agrega fosfato de Ca, etc..
  - En ciertas carnes se agregan fosfatos y cítricos para impartir estabilidad.
- Bajas temperaturas ( sin llegar a la congelación )
- Evitar los agentes desnaturalizantes



# DESNATURALIZACIÓN PROTEICA EN ALIMENTOS

## EJEMPLOS DESEABLES

### 1. En la preparación de ciertas espumas:

En los helados: Al batir y congelar la mezcla, las proteínas forman películas de proteínas desnaturalizadas alrededor de las celdas de aire, reteniéndolos.

En los nevados: La albúmina desnaturalizada por la agitación forma una película alrededor de las celdas de aire.

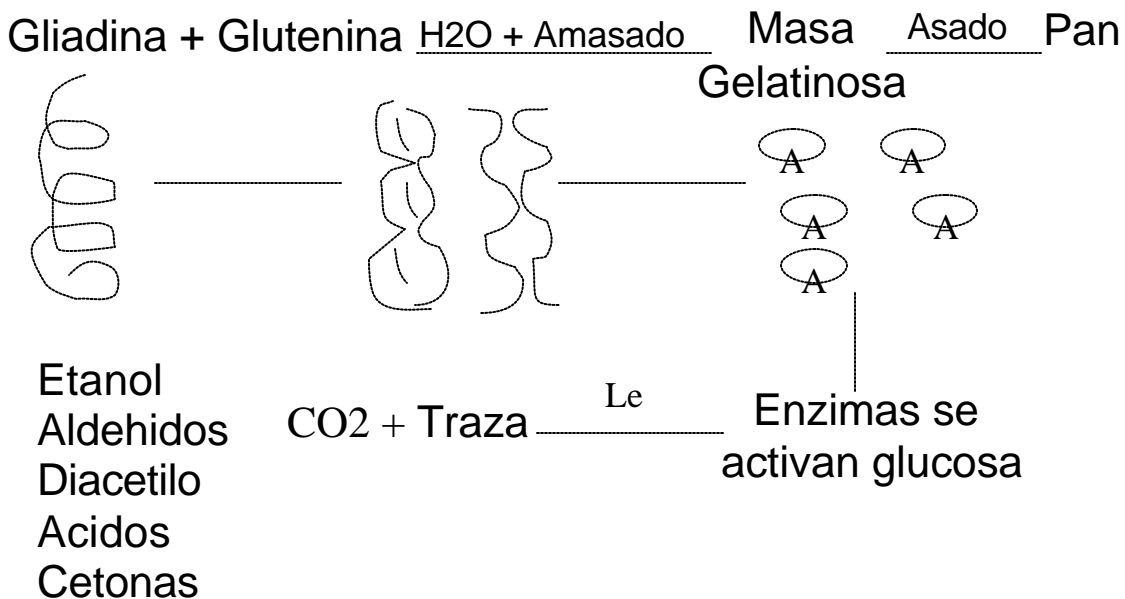
### 2. En la preparación de geles proteicos:

Gelatina: Por acción del calor se desnaturaliza la molécula formando una red tridimensional que sostiene la fase acuosa interna ( GEL )

En el queso tipo Puerto - Rico ( elaborado con ácidos)

La acidez y el calor desnaturalizan la caseína y la precipitan como el gel. El gel de caseína obtenido con cuajo no puede considerarse como producto de la desnaturalización ya que aquí hay el rompimiento de la unión peptídica entre la fenil alanina y metionina de la Kappa caseína formándose para kappa caseína que precipita en presencia del calcio.

### 3. En la manufactura del pan:



## DESNATURALIZACIÓN PROTEICA EN ALIMENTOS

### EJEMPLOS INDESEABLES

En la leche:

- Coagulación de las proteínas séricas en leche fluida
- Sabor a cocido en productos lácteos diversos
- Pérdida de la solubilidad de la leche en polvo

En la carne:

- Desnaturalización durante la congelación Ocasiona contracción muscular y aumenta pérdida de líquidos mayor al congelar

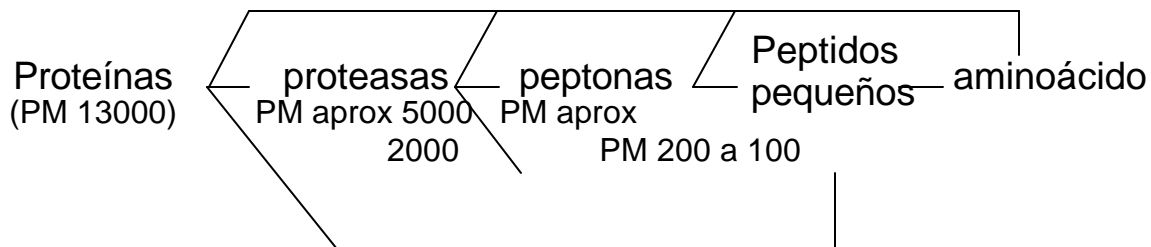
En el pescado:

- Aumenta la dureza ( rigidez cadavérica )

En los huevos deshidratados:

- Produce coagulación

## HIDROLISIS ENZIMÁTICA DE UNA PROTEÍNA



Los hidrolizados: aplicaciones en productos alimenticios

- Se obtienen por hidrólisis con HCl de materiales ricos en proteínas:
  - Caseína, gluten de trigo o de maíz, levaduras
  - Harinas de soya, maní, algodón.
- Se obtienen concentrados proteicos ricos en ciertos aminoácidos.

Ejemplo :

En concentrados ricos en triptófano-----aldehídos-----huminas ( sustancias negruzcas ) deseables para algunos productos (salsa de soya).

## **IMPORTANCIA DE LOS AMINOACIDOS LIBRES**

### **1.- Contribuyen al sabor de ciertos alimentos:**

En el queso en proporción adecuada imparten sabor de identidad :

- En el queso Camembert (AA + Acidos Grasos, etc.)
- En el queso Roquefort (AA + Acidos Grasos, etc.)
- otros lácteos: en el yogurt ( el exceso produce sabor amargo - viejo )

El Glutamato monosódico aumenta el sabor : Múltiples usos en la industria de alimentos :

- Preparación de sopas, carnes, salsas, etc..
- Todos los alimentos proteicos mejoran el sabor ( el efecto es mayor en medio ácido )
- Elimina sabores desagradable:
  - Sabor terroroso de la papa
  - Excesivo sabor de las cebollas

### **2.- Intervienen en el oscurecimiento o pardeamiento de tejidos vegetales y animales:**

Los aminoácidos fenólicos tirosina y dopa por la acción de enzimas ( fenolasas o polifenoloxidasas ) se oxidan formando melaninas o sea polímeros de alto peso molecular.

### **3.- Interviene en reacciones de oscurecimientos no enzimáticos ( Reacciones de Maillard ) con azúcares reductores propician la formación en ciertos casos de sabores agradables.**

### **4.- Intervienen en la putrefacción de tejidos animales**

### **5.- Papel en la formación de ácidos pirrolidón carboxílicos**

## **EXTRACCIÓN DE PROTÍNAS**

Los fines que se persiguen cuando se extraen las proteínas pueden ser índole: - Funcional

- Nutricional
- Organoléptico
- Económico

## **MEJORA DE LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS**

Eliminación de pigmentos ( clorofila - sangre )

Eliminación de aromas (desodorización, eliminación del amargo)

## **MEJORA DEL VALOR NUTRICIONAL**

- Eliminación de sustancias tóxicas (alcaloides- chocho)
- Eliminación de sustancias fuertemente ligadas a las proteínas (celulosa-polifenoles)
- Eliminación de:
  - Sustancias antinutricionales ( inhibidor de la tripsina de la soya )
  - Sustancias Bociogénicas de las tortas de colza-algodón

## **METODOS DE EXTRACCIÓN**

Las proteínas son sistemas muy complejos por sus estructuras, su heterogeneidad y su participación en asociaciones muy estables con otros bio polímeros de la célula, lo que limita los rendimientos de la extracción.

Estructura nativa es difícil de mantener después del aislamiento lo que hace que peligre sus propiedades Nutricionales y funcionales

Ej. : Solubilidad (primer criterio de desnaturalización)

## **APLICACIONES A LAS PRINCIPALES FUENTES DE PROTEINAS**

Proteínas animales:

- Proteínas mio fibrilares
- Sangre
- Proteínas de la leche
- Proteínas de Lombrices

Proteínas Vegetales

- Proteínas de granos (leguminosas, soya y oleaginosas)
- Proteínas de cereales (trigo)
- Proteínas de hojas (alfalfa)

Proteínas de microorganismos