



Enzimas

# Enzimas:

son proteínas altamente especializadas que tienen como función la catálisis o regulación de la velocidad de las reacciones químicas que se llevan a cabo en los seres vivos.

- Son macromoléculas de origen biológico.
- Son producidas dentro de células vivas y catalizan (aceleran) reacciones bioquímicas bien sea en la misma célula o fuera de ella.
- Cerca de 3000 enzimas se han reportado en las células.
- Están constituidas por proteínas en su totalidad o parcialmente y son específicas en sus funciones.
- Son requeridas en pequeñas cantidades y son afectadas por factores que afectan la configuración de la proteínas (temperatura, pH).
- Tienen un rol en determinar el fenotipo o propiedades de la célula en un ambiente particular.
- Hay dos tipos: **endoenzimas**: actúan en la célula donde son sintetizadas, y **exoenzimas**: el lugar de acción y síntesis son diferentes

# Distribución de las enzimas en plantas

**Mitocondrias:** enzimas ciclo de krebs, fosforilación oxidativa, síntesis de amino ácidos y ácidos grasos

:

**Complejo de golgi:** Algunas enzimas

**Vacuola**

**Citoplasma:** enzimas de glicólisis, , síntesis de aminoácidos  
Síntesis de proteínas

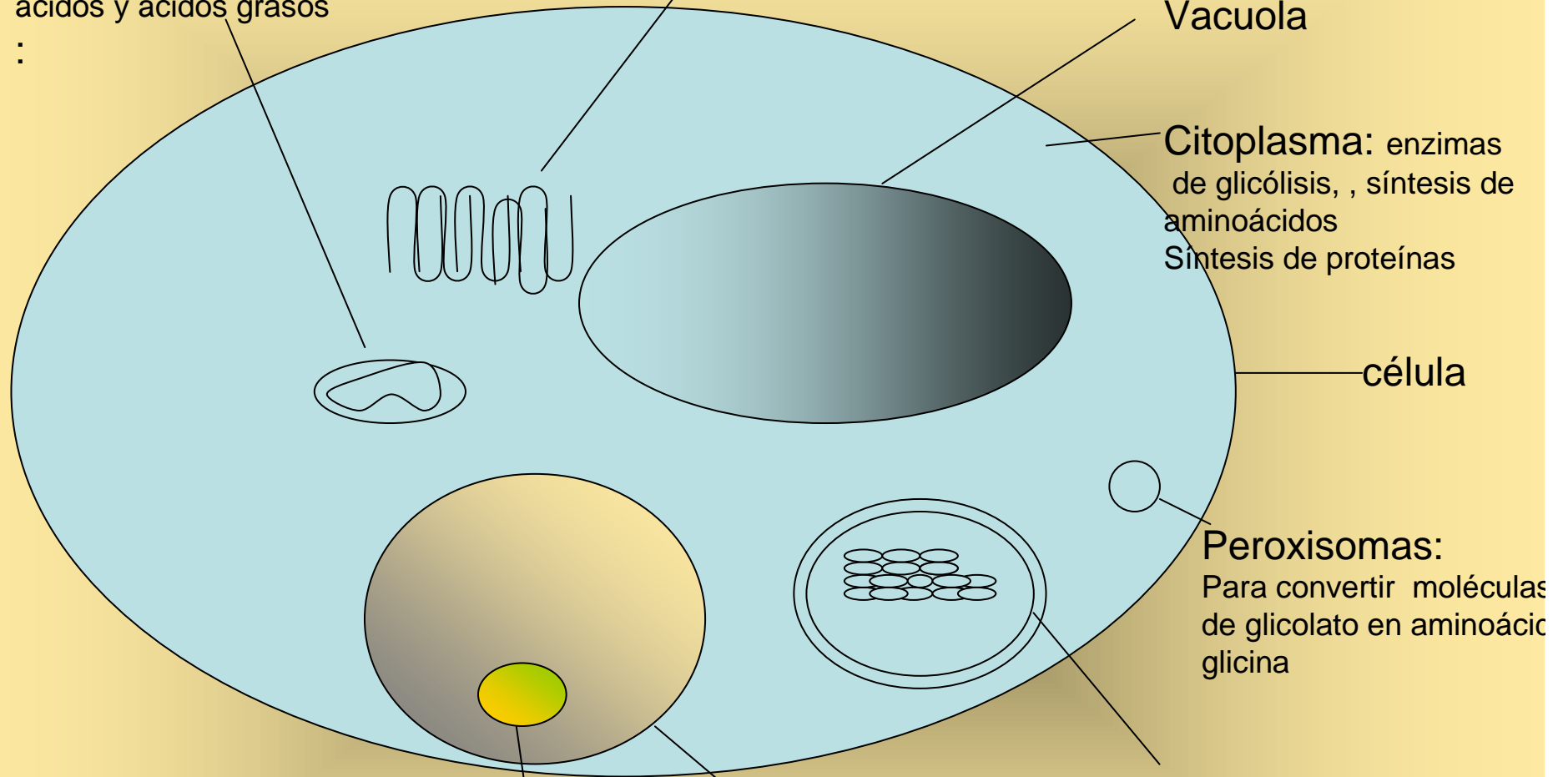
**célula**

**Peroxisomas:**  
Para convertir moléculas de glicolato en aminoácido glicina

**Cloroplastos:** síntesis de pigmentos, fotólisis de agua. Fosforilación, fijación de carbono y degradación de almidón.

**Nucleolo**

**Nucleo:** síntesis de ADN, y ARN. Formación y Degradación de proteína histona

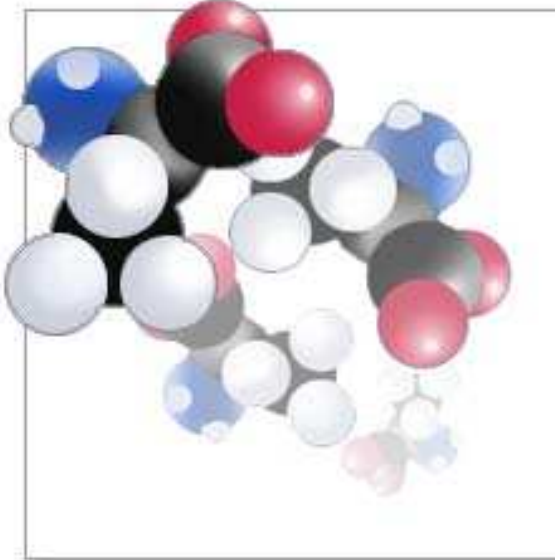


Las enzimas reciben su nombre  
del sustrato y la adición del sufijo  
asa

Fosfoenol piruvato carboxilasa

Horseradish peroxidasa

# Las proteínas son largas cadenas de aminoácidos unidos por peptidos



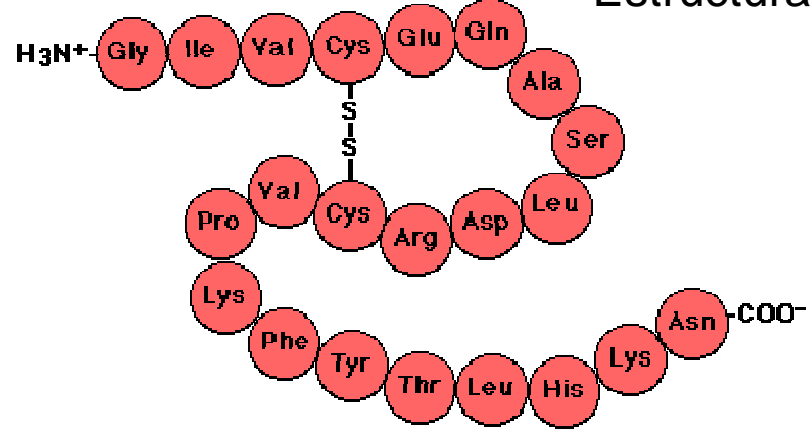
Los aminoácidos son compuestos orgánicos producidos en el cuerpo que se combinan para formar las proteínas

 ADAM.

**Aunque son sintetizadas en los ribosomas en un forma lineal una vez liberados toman una conformación tridimensional espontánea. La conformación esta dada por la gran cantidad de fuerzas no covalentes**

La **estructura primaria** viene determinada por la secuencia de aminoácidos en la cadena proteica, es decir, el número de aminoácidos presentes y el orden en que están enlazados. La **conformación espacial** de una proteína se analiza en términos de **estructura secundaria** y **estructura terciaria**. La asociación de varias cadenas polipeptídicas origina un nivel superior de organización, la llamada **estructura cuaternaria**.

## Estructuras primarias



## B-Las láminas

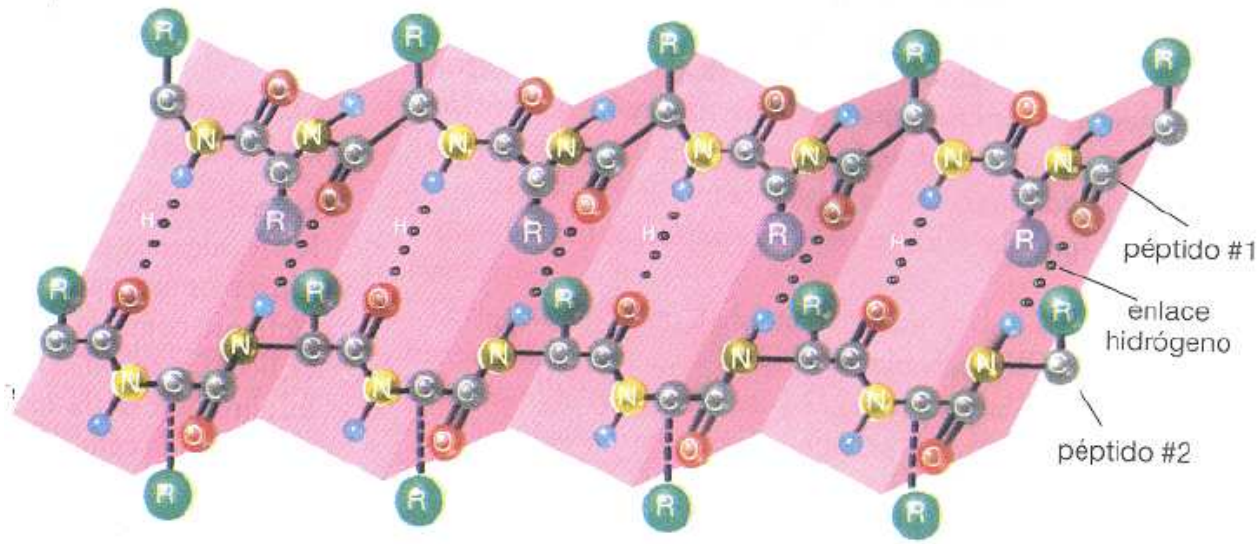
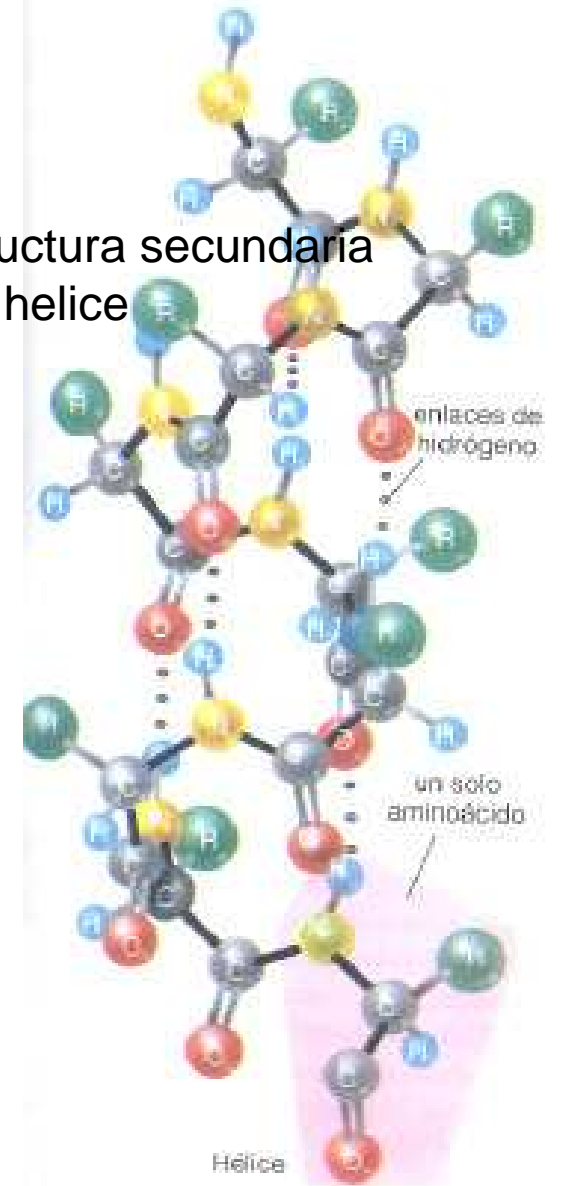
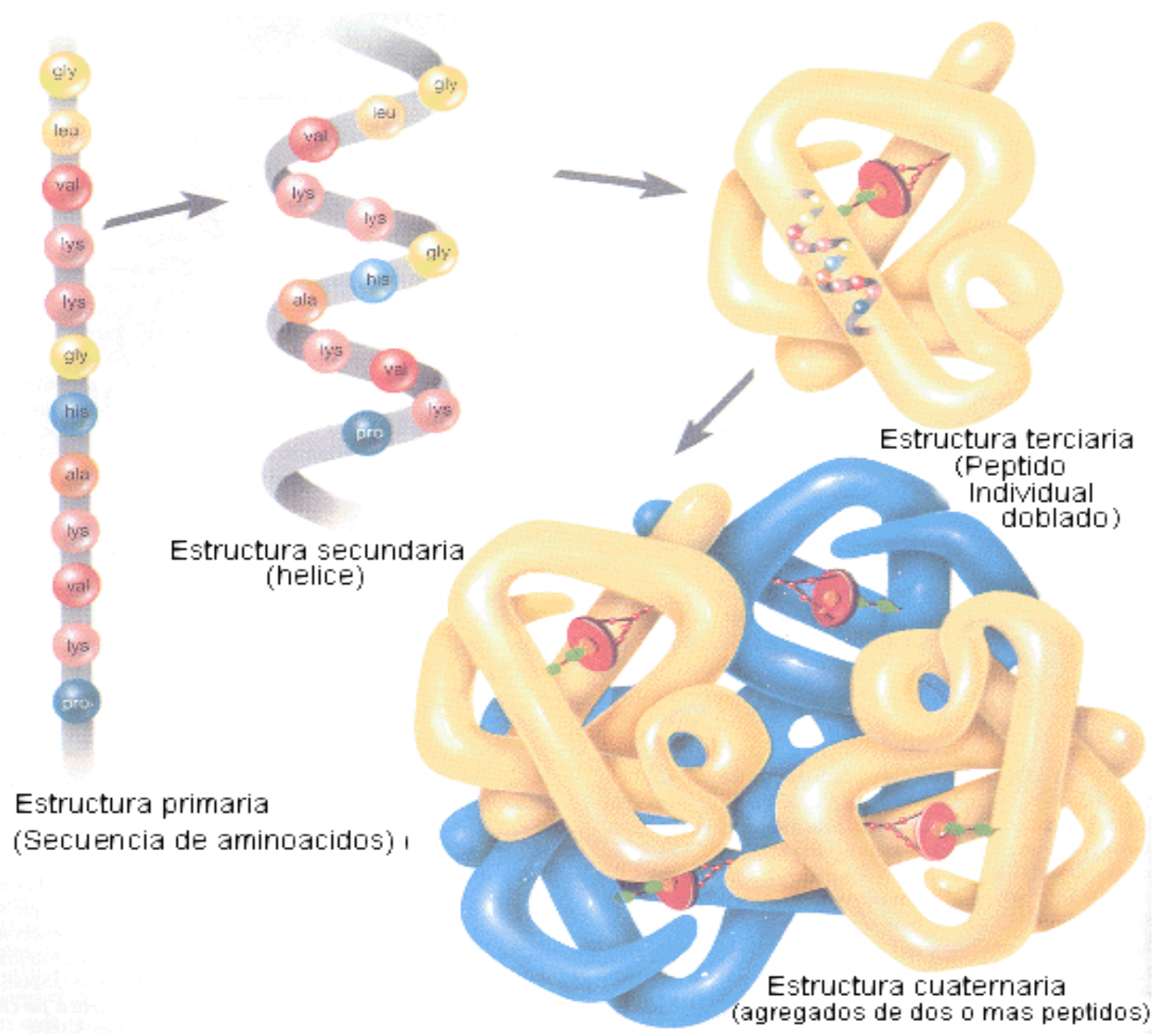


Lámina plegada

## Estructura secundaria Alfa helice



Hélice



Estructura primaria  
(Secuencia de aminoacidos)

Estructura secundaria  
(helice)

Estructura terciaria  
(Peptido  
Individual  
doblado)

Estructura cuaternaria  
(agregados de dos o mas peptidos)



Todas las enzimas son en su totalidad o parcialmente compuestas de proteínas de alto peso molecular. Son

divididas en 2 categorías:

- Enzimas de proteína simple:  
exclusivamente conformadas por proteínas
  - Enzimas conjugadas: tiene dos partes la proteínica (**apoenzima**) y no proteínica (**cofactor**). La no proteínica si es orgánico puede estar levemente unido (**coenzima**) o fuertemente unido (**grupo prostético**). Si es inorgánico se llama **cofactor inorgánico**. **Los cofactores inorganicos pueden ser iones metales (Fe, Zn)** La enzimas conjugadas son llamadas **holoenzimas**

# Enzimas

- Son hechas de proteínas
- Tienen alto peso molecular (10000 a millones)
- no son estables después de 40 oC

# Coenzimas

- Ellas contienen además de proteínas moléculas orgánicas
- Bajo peso molecular (alrededor de 500)
- Son estables a altas temperaturas

# Isoenzimas

Son diferentes formas físicas de la misma enzima y realizan la misma función Dentro del mismo tejido u organismo a diferentes tasas de velocidad .

Las isoenzimas difieren en sus propiedades fisico-químicas que es debida a la diferencia de unos pocos amino ácidos en una cadena polipéptida. Estas enzimas son productos de diferentes genes.

Mas de 100 enzimas se conocen que actuan como isoenzimas..

Ellas pueden realizar su función a diferentes pH.

# Enzimas Alostéricas

Estas contienen dos más sitios receptores que son geoméricamente diferentes y no sobre puestos. Uno es el sitio activo y los otros son los alostéricos o sitios de regulación. Los sustratos no se unen a este sitio, sólo se unen al sitio activo.. Los sitios alostéricos son ocupados por activadores o inhibidores. Algunos Inhibidores son usados en agricultura.

# Mecanismos de acción de las enzimas

Las enzimas son macromoléculas, sólo una pequeña fracción de la enzima realiza la acción catalítica. Estos son llamados los centros activos. Los sustratos se unen a los centros activos de las enzimas y forma el complejo sustrato-enzima



La unión E.S es una reacción exotérmica (libera energía) la cual eleva el nivel de energía del sustrato. Esto induce su estado de activación.

Existen dos modelos propuestos para explicar el tipo de complejidad entre la enzima y el sustrato:

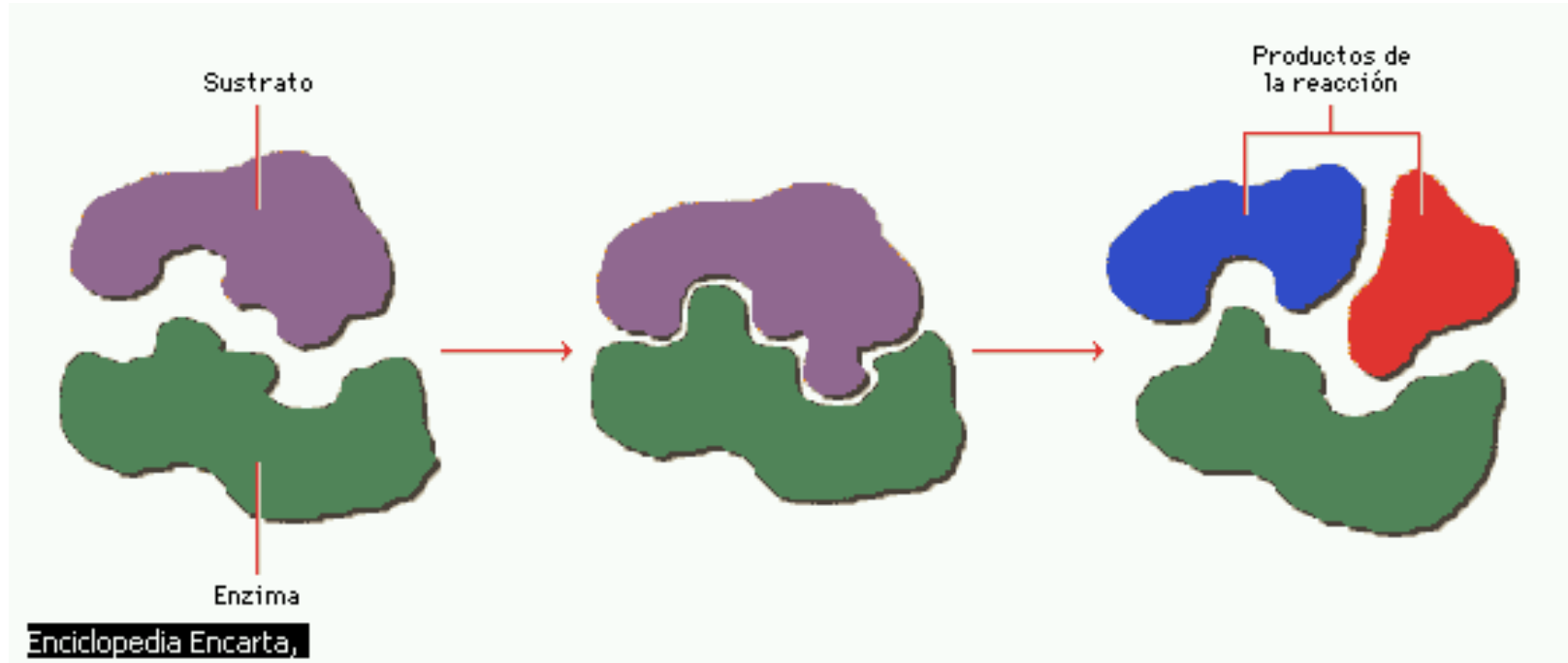
Teoría llave-cerradura (E. Fisher, 1898). La cerradura es la enzima y la llave el sustrato. Son dimensiones fijas .

Teoría de ajuste inducido (1959): los sitios activos de las enzimas son flexibles. La configuración del sitio activo cambia de forma de acuerdo al sustrato

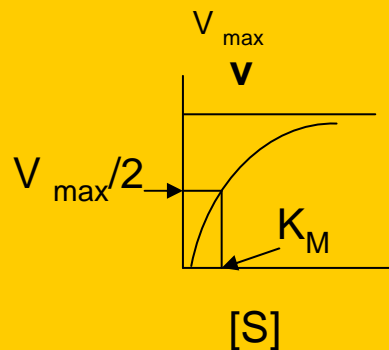
En su estructura globular, se entrelazan y se pliegan una o más cadenas polipeptídicas, que aportan un pequeño grupo de aminoácidos para formar el sitio activo, o lugar donde se adhiere el sustrato, y donde se realiza la reacción.

Una enzima y un sustrato no llegan a adherirse si sus formas no encajan con exactitud. Este hecho asegura que la enzima no participa en reacciones equivocadas.

La enzima misma no se ve afectada por la reacción. Cuando los productos se liberan, la enzima vuelve a unirse con un nuevo sustrato.



En un estudio de cinética de enzimas se mide la actividad enzimática en términos de producto formado por minuto, a distintas concentraciones de sustrato. Si la actividad es graficada en términos de la concentración inicial del sustrato versus el producto generado en un lapso de tiempo (velocidad de reacción), la curva generada es una hipérbola rectangular. La ecuación que describe todos los puntos en esa línea viene dada por  $v$ . Esta curva expresa la velocidad para la reacción de un solo sustrato. Se conoce como la ecuación de Michaelis Menten



$$v = V_{\max} [S] / (K_m + [S])$$

$v$  = actividad enzimática

$[S]$  = concentración de sustrato

$V_{\max}$  = actividad a  $[S]$  infinito

$K_M$  = el valor de  $[S]$  que da actividad igual a  $\frac{1}{2} V_{\max}$

# Mecanismos de acción

**Orienta a los sustratos:** parte de la energía de activación se utiliza para que los sustratos roten y se enfrenten con los átomos correctos para formar los enlaces

**Agregan cargas a los sustratos:** las cadenas laterales (R) de los aminoácidos de las enzimas pueden participar directamente haciendo a los sustratos químicamente más reactivos.

**Inducen la deformación en el sustrato:** cuando una sustancia se une al sitio activo, la enzima puede causar que los enlaces se estiren, poniéndolo en un estado de transición inestable.



- Los inhibidores pueden ser reversibles formando enlaces no covalentes muy
- poco fuertes Su acción puede ser por competencia competitiva o no competitiva
- En la acción competitiva el inhibidor compite por el sustrato por el sitio activo en
- La no competitiva no compite con el sustrato por el sitio activo. Se une en otro lugar de la proteína evitando la unión o se puede unir al complejo sustrato- enzima
- Los inhibidores irreversibles forman uniones covalentes con la enzima o desnaturalizan la enzima

# Propiedades de las enzimas

- **CATALITICA:** El poder de la enzima se mide en la cantidad de sustrato que convierte por unidad de tiempo. Puede ser de 1 a 10000 por segundo.
- **Acción reversible:** Son capaces de realizar la reacción reversible. Existe excepciones caso de enzima arginasa.
- **Naturaleza coloidal:**
- **Sensibilidad a temperatura :** Ellas trabajan en un rango entre 20 y 40 oC
- **Sensibilidad al pH:** Mayoría de las enzimas trabajan a pH neutro.
- **Acción específica.**

# Factores que afectan la actividad enzimática

- **Concentración de la enzima:**
- **Concentración del sustrato:** Máxima eficiencia
- **Temperatura:** aumenta a medida que sube la temperatura hasta 40 °C
- **pH.** Cada enzima tiene su óptimo
- **Producto de una reacción:** LA ACUMULACIÓN DE UN PRODUCTO INHIBE LA RECCIÓN Y SI ES MUY ALTO PUEDE OCURRIR UNA REACCIÓN INVERSA
- **Energía radiante:** radiaciones de rayos x, ultravioleta, gamma ya que pueden romper varios tipos de enlaces.

## Diferencias entre

### Enzimas

- Son generalmente intracelulares, sin embargo algunas son intercelulares. Ellas catalizan reacciones en la misma célula donde son producidas.
- Enzimas son proteínas estrictas o parcialmente
- No son distribuidas a otros lugares
- Catalizan las reacciones bioquímicas e incrementan la velocidad de reacción
- No inician las reacciones químicas
- Se requieren en relativa altas concentraciones
- No se consumen en las reacciones bioquímicas
- Son de alto peso molecular y producen cambios reversibles
- Son muy específicas en su acción. Ellas pueden ser individualmente específicas o específicas en grupo

### Hormonas

- Son exclusivamente intercelulares. Sus sitios de acción y síntesis son diferentes.
- Pueden ser proteínas, terpenos, ácidos, esteroides (hormonas sexuales).
- Son transportadas de un lugar a otro por difusión o canales de transporte.
- No catalizan reacciones químicas.
- Inician las reacciones químicas y físicas.
- Se requieren en pequeñas cantidades.
- Son consumidas en las reacciones.
- Son de bajo peso molecular y producen cambios irreversibles.
- No son específicas en su acción. Tienen efectos cruzados.

