



**Mi Universidad**

**Super nota**

*Alexa Paola Bermúdez Fernández*

*Tercer Parcial*

*Química de los alimentos*

*Luz Elena Cervantes Monroy*

*Nutrición*

*2do cuatrimestre*

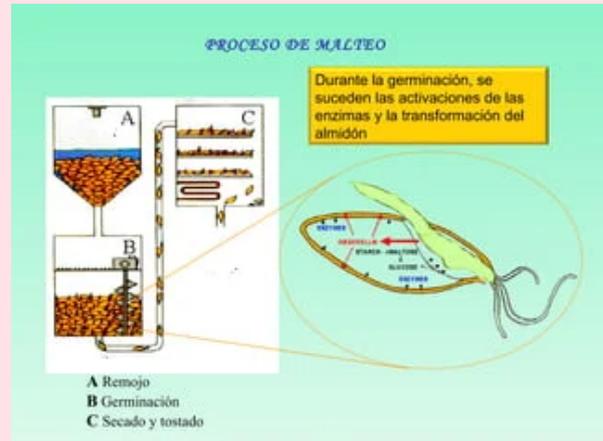
*Comitán de Domínguez, Chiapas a 9 de marzo del 2024*

# QUIMICA DE LOS ALIMENTOS

## Enzimas en la industria de alimentos

### Malteo

Durante la germinación de cereales las actividades de  $\alpha$ - y  $\beta$ -amilasa se incrementan considerablemente. Ésta es una función importante en la producción de malta a partir de la cebada, en el proceso llamado de malteo, etapa esencial en la elaboración de cerveza



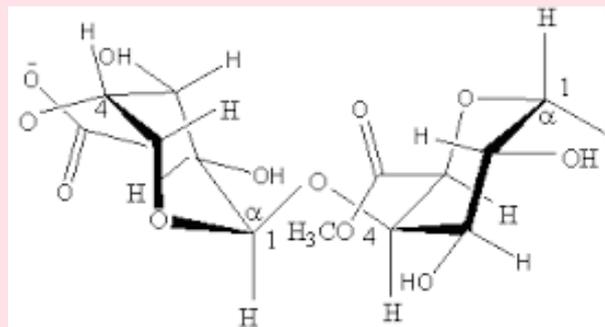
### Pectinmetilesterasa EC.3.1.1.11

- Su actividad se estimula en presencia de  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  y  $\text{NaCl}$ .
- Se inhibe con  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Hg}^{2+}$ , D-galacturonato, poligalacturonato y pectato.
- El mecanismo de hidrólisis es diferente según la fuente de la enzima.

## Las enzimas se han clasificado en:

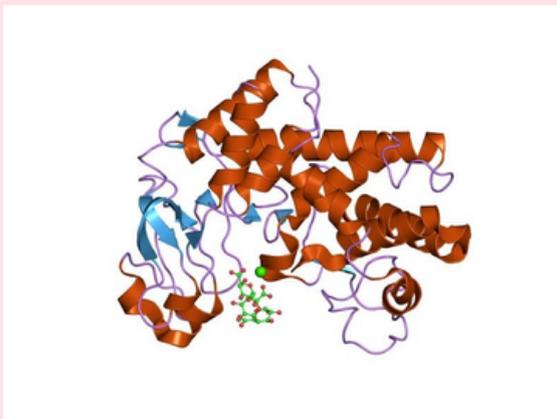
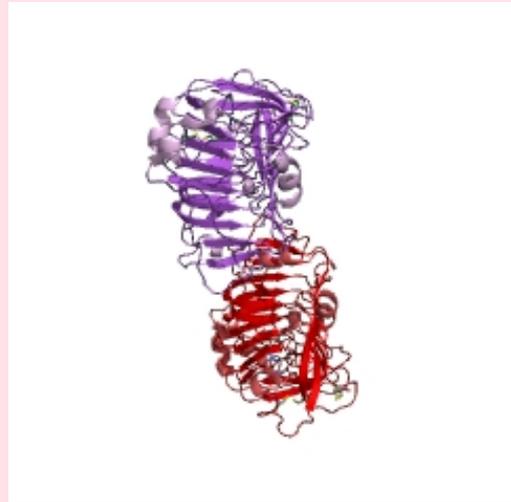
a) **pectinometilesterasas** o **pectinoesterasas** que, al hidrolizar los enlaces éster metílico, liberan metanol (que a veces se asocia erróneamente a la fermentación de frutas) y producen pectinas de bajo metoxilo e incluso ácido poligalacturónico; son abundantes e importantes en las frutas, sobre todo en los cítricos como la naranja

b) **poligalacturonasas**, que rompen el enlace glucosídico  $\alpha$ -(1-4) del ácido galacturónico de las pectinas por una acción que se puede llevar a cabo tanto en el interior del polímero (endo) como a partir de los extremos (exo); cuando lo hacen en el interior, la viscosidad se reduce rápidamente; y cuando actúan a partir de los extremos, producen moléculas libres de ácido galacturónico y la viscosidad no se afecta tan rápidamente; junto con la pectinmetilesterasa integran el sistema de pectinasas de las frutas;



# QUIMICA DE LOS ALIMENTOS

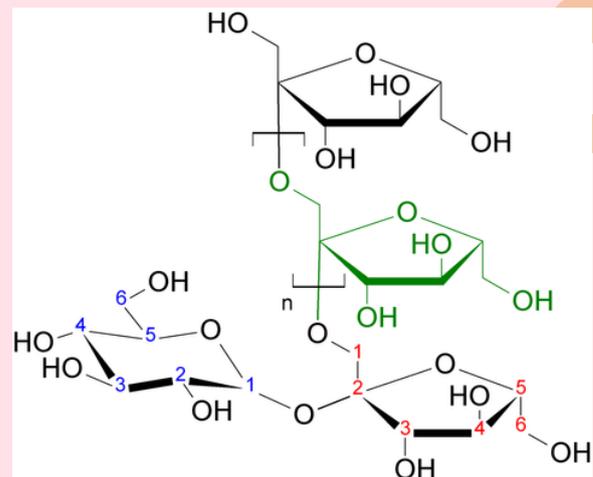
c) pectinoliasas o pectinotranseliminadas, que son las liasas de mayor importancia en la tecnología de alimentos; su acción produce dobles ligaduras entre los carbonos 4 y 5 de la molécula de ácido D-galacturónico, lo que trae como consecuencia el rompimiento del enlace glucosídico por  $\beta$ -eliminación, principalmente en las pectinas de alto metoxilo. No se encuentran en las frutas;



d) pectatoliasas que actúan en los ácidos poligalacturónicos o en las pectinas de bajo metoxilo, con una acción similar a la descrita para la pectinoliasa; sólo las producen las bacterias y no se encuentran en forma natural en los vegetales. En las frutas se encuentran fundamentalmente la pectinmetilesterasa y la poligalacturonasa, cuya acción conjunta en la maduración provoca que las pectinas se degraden y el fruto adquiera una textura más adecuada para el consumidor; por otra parte, una excesiva actividad enzimática causa ablandamiento notorio, pérdida de textura, propicia las condiciones para un ataque microbiano y aumenta la concentración de ácido galacturónico.

La inulina es un polímero lineal de fructosas unidas con enlaces  $\beta$ -(2-1) con una sacarosa unida en el extremo de la cadena, tiene un peso molecular aproximado de 6,000 Da y sirve como reserva de energía en muchas plantas como la achicoria, la alcachofa y el agave

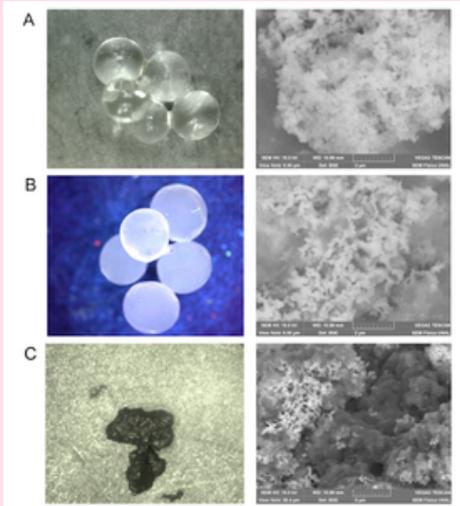
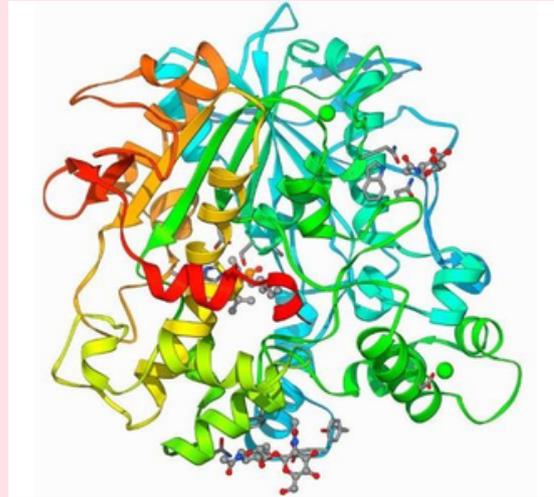
La inulinasa es producida por diversos microorganismos, entre los que destacan las levaduras *Candida* y *Kluyveromyces fragilis* y los hongos como *Aspergillus*. Se ha reportado que *A. ficum* produce una endoinulinasa y otra con actividad. Aplicaciones industriales Es evidente que la inulina representa una materia prima con gran potencial para la producción de fructosa.



# QUIMICA DE LOS ALIMENTOS

## Clasificación de enzimas y sus aplicaciones.

Las lipasas tienen como sustrato a los triacilglicéridos y dado que tienen actividad esterasa liberan los ácidos grasos correspondientes. Dependiendo del grado de hidrólisis pueden producir diglicéridos, monoglicéridos o incluso glicerol.



## Lipasas vegetales

Las lipasas endógenas vegetales tienen un efecto no deseable sobre los aceites. El primer paso para la extracción del aceite de soja es triturar el grano; esto favorece la acción lipolítica y la consecuente producción de ácidos grasos libres; los insaturados son más susceptibles a la oxidación libre que en su estado esterificado normal por lo que, el alimento se enrancia más fácilmente.

## Lipasas Animales

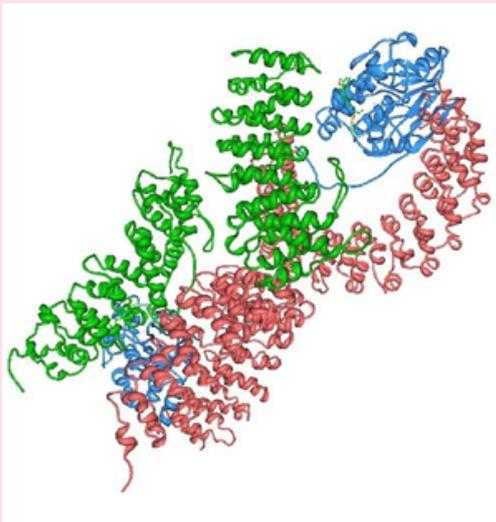
De todas las lipasas, la de la leche es tal vez la que más se ha estudiado y es la causante de la rancidez hidrolítica. Tiene naturaleza de lipoproteína, y debido al fenómeno de activación interfacial, sólo ataca la superficie de los glóbulos de grasa, que está en contacto con la fase acuosa, y no en el interior de los mismos.



# QUIMICA DE LOS ALIMENTOS

## Lipasas microbianas

Las preparaciones comerciales que se utilizan para la modificación de aceites y grasas provienen en su mayoría de microorganismos. Su mayor aplicación es en la elaboración de diversos productos lácteos, principalmente en la maduración de quesos; en éstos liberan ácidos grasos de cadena corta que contribuyen al aroma o que sirven de sustrato para reacciones secundarias.

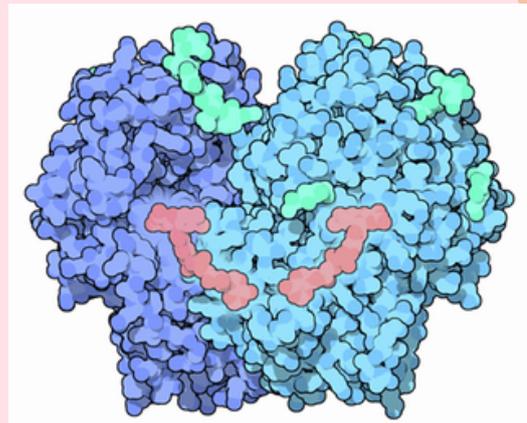


## Oxirreductasa

El oxígeno causa cambios en los alimentos, mediante reacciones oxidativas en ocasiones catalizadas por enzimas. Algunos ejemplos son el oscurecimiento de frutas, o la oxidación de ácidos grasos insaturados. Las oxidasas también son responsables de la degradación de vitaminas, como el ácido ascórbico.

## Glucosa oxidasa

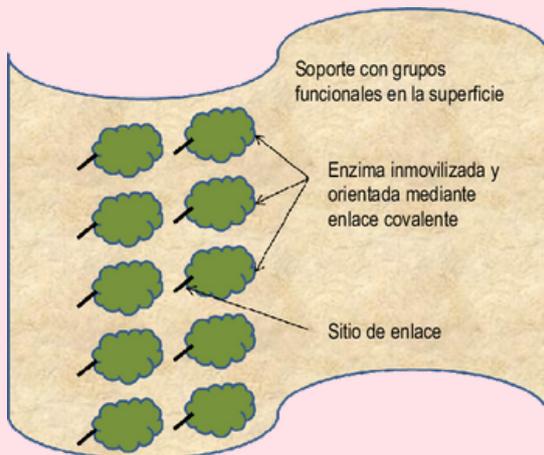
La glucosa oxidasa cataliza la reacción entre la glucosa y el oxígeno molecular, produciendo ácido glucónico y peróxido de hidrógeno; su aplicación más importante es en la eliminación de la glucosa del huevo antes de su deshidratación, con objeto de evitar las reacciones de oscurecimiento no enzimático



# QUIMICA DE LOS ALIMENTOS

## Enzimas inmovilizadoras

Una enzima es una proteína que actúa disuelta en un medio acuoso, por lo que su recuperación para un segundo uso es prácticamente imposible, a menos que se sujete a un soporte sólido que pueda recuperarse y emplearse repetidas veces o incluso



Las enzimas se pueden inmovilizar por diferentes métodos, dentro de los que se encuentran los siguientes: **Captura en una matriz de gel de poliacrilamida, agar, alginato, gelatina o sephadex. Unión covalente a un soporte, como metales, vidrio, cerámica, nylon, celulosa, sepharosa. Unión a membranas semipermeables. Adsorción en un sólido por interacciones hidrofóbicas o electrostáticas. Adsorción seguida de entrecruzamiento covalente a la matriz. Entrecruzamiento molecular para formar una matriz granular insoluble.**

## Purificación de enzimas a partir de alimentos

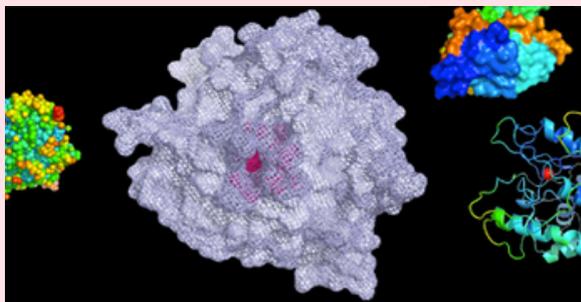
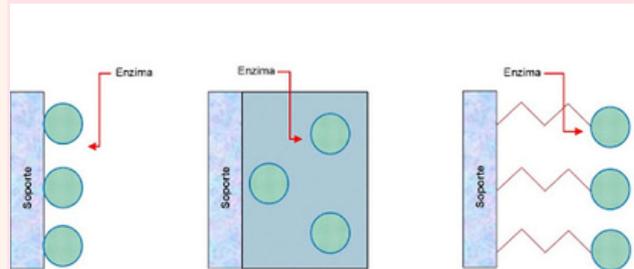
Esta sección mencionará algunos de los aspectos más relevantes de las enzimas cuyas actividades son importantes en la conservación y procesamiento de alimentos o en la producción de materias primas



# QUIMICA DE LOS ALIMENTOS

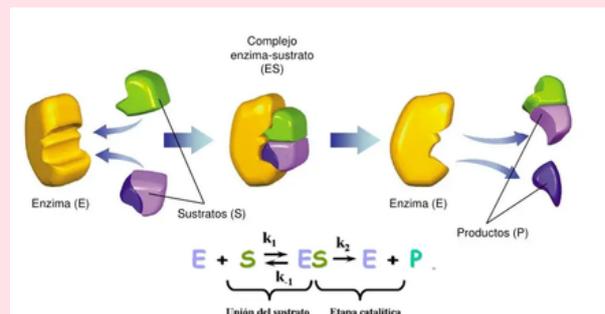
## Enzimas inmovilizadoras

Una enzima es una proteína que actúa disuelta en un medio acuoso, por lo que su recuperación para un segundo uso es prácticamente imposible, a menos que se sujete a un soporte sólido que pueda recuperarse y emplearse repetidas veces o incluso



Para extraer las enzimas de las células que las contienen, a menudo es necesario dividir finamente el tejido, por medio de un homogeneizador o una licuadora; los tratamientos más enérgicos comprenden la molienda del tejido con arena el empleo de vibraciones ultrasónicas, los procesos alternados de congelamiento y descongelamiento, la autólisis, el desecado con calor o el empleo de solventes como la acetona, el éter y el tolueno

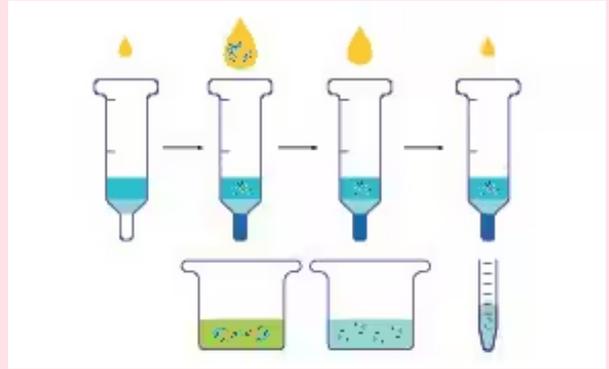
Cuando las enzimas están asociadas a lípidos, como sucede con las enzimas mitocondriales, es ventajoso el tratamiento con sustancias de tipo detergente o con butanol que disgregan la estructura lipoprotéica y permiten la salida de las enzimas.



# QUIMICA DE LOS ALIMENTOS

## Purificación de enzimas a partir de alimentos

Se revisarán a las enzimas que hidrolizan carbohidratos, enzimas que hidrolizan proteínas, a las que hidrolizan lípidos y otras reacciones enzimáticas que son importantes en sistemas alimenticios.



Aun cuando se sabe que las propiedades de las enzimas in situ pueden ser muy diferentes a las de las enzimas puras estudiadas en el laboratorio, está plenamente justificada la necesidad de tener preparaciones puras para hacer el estudio químico completo de su actividad.

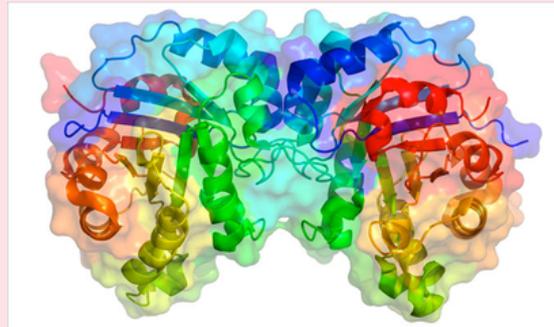
## Purificación de enzimas a partir de alimentos

Se revisarán a las enzimas que hidrolizan carbohidratos, enzimas que hidrolizan proteínas, a las que hidrolizan lípidos y otras reacciones enzimáticas que son importantes en sistemas alimenticios



# QUIMICA DE LOS ALIMENTOS

Para extraer las enzimas de las células que las contienen, a menudo es necesario dividir finamente el tejido, por medio de un homogeneizador o una licuadora; los tratamientos más enérgicos comprenden la molienda del tejido con arena el empleo de vibraciones ultrasónicas, los procesos alternados de congelamiento y descongelamiento, la autólisis, el desecado con calor o el empleo de solventes como la acetona, el éter y el tolueno



## Purificación de Enzimas

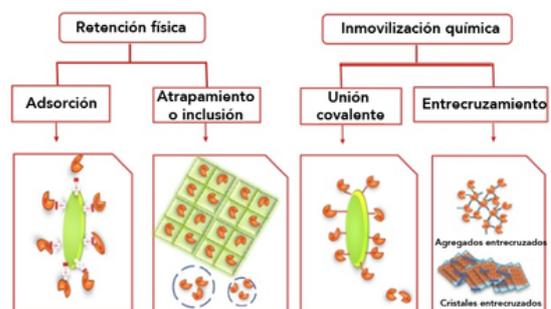
- La producción masiva de enzimas se hace, por general, bajo el criterio de mínimo nivel de purificación compatible con la utilización que la enzima.
- Esto significa que el proceso de purificación será, por general, muy rudimentario ó inexistente. Pero hay enzimas de uso industrial que requieren de un elevado grado de pureza (glucoamilasa o la renina microbiana).
- Este criterio ha venido a cambiar debido al gran desarrollo de la tecnología de procesos de separación, pero también a la fuerte influencia de la pureza del catalizador en el costo de un proceso de catálisis heterogénea (enzimas inmovilizadas).

El estudio de la pureza de una enzima comprende la aplicación de las técnicas empleadas para el estudio de la pureza de las proteínas, el análisis por ultracentrifuga, el análisis electroforético, etc. Sin embargo, aún es posible, si se somete la enzima a fraccionamientos más sensitivos, como los de la electroforesis en gel de agar, de almidón, o de acrilamida demostrar que la enzima en cuestión puede estar formada por varias proteínas.

## Enzimas como reporteros bioquímicos del procesamiento de alimentos

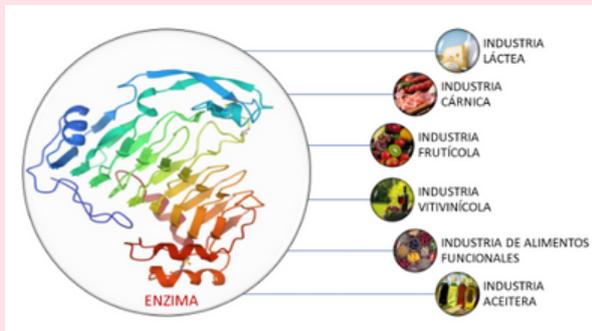
El control de calidad de ciertos alimentos se puede llevar a cabo rutinariamente de manera indirecta a través del análisis de la actividad de ciertas enzimas; la presencia o la ausencia de algunas enzimas en particular se relaciona con una determinada condición microbiológica o química de un producto.

## Métodos de inmovilización de enzimas



# QUIMICA DE LOS ALIMENTOS

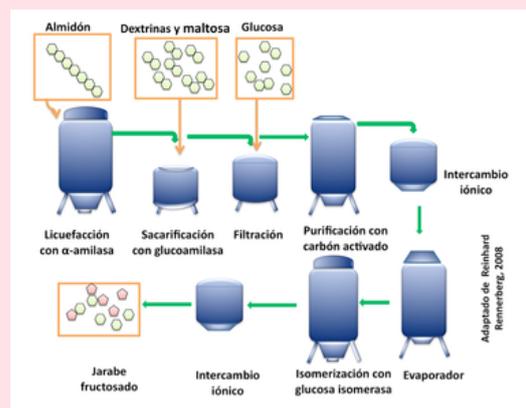
Por ejemplo, la pasteurización y el escaldado son procesos térmicos que se han diseñado para la eliminación de ciertas enzimas o microorganismos. En este sentido, se ha encontrado que la inactivación de la peroxidasa, puede indicar el grado de escaldado en vegetales, que como ya se ha explicado anteriormente, se utiliza para inactivar enzimas que causan el oscurecimiento de tejidos vegetales. Si la peroxidasa se inactiva totalmente, eso indicaría un tratamiento excesivo que repercutiría en detrimento de la textura del vegetal.



## Producción industrial de enzimas a través de los alimentos

Los alimentos se pueden observar desde el punto de vista químico como una mezcla de moléculas entre las que se encuentran principalmente proteínas, carbohidratos, lípidos y agua; así como el resultado de reacciones que se dan entre dichos componentes para generar otras moléculas que aportan características sensoriales al alimento, como ocurre con el oscurecimiento de la costra del pan al ser horneado.

En el área de alimentos, las enzimas juegan un papel destacado, dado que muchas reacciones catalizadas por éstas se llevan a cabo en los alimentos o en procesos alimentarios, tanto que el 30% de las enzimas que se producen industrialmente se utilizan en el área de alimentos y bebidas. Estas proteínas se clasifican de acuerdo con las reacciones que catalizan en: oxidoreductasas (aceleran reacciones de óxido-reducción), transferasas (transfieren grupos químicos entre moléculas), hidrolasas (rompen o sintetizan enlaces covalentes de las moléculas), liasas (rompen enlaces formando a su vez dobles ligaduras), isomerasas (catalizan un rearrreglo espacial de grupos químicos en la molécula sin modificar su composición química) y ligasas (promueven unión covalente de dos moléculas acopladas con la ruptura de un enlace pirofosfato como fuente de energía).



## Referencias

UDS. (s.f.). Antología de química de los alimentos. En UDS, *Antología de química de los alimentos* (págs. 74-94).