

# ENZIMAS EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL

Danisco Animal Nutrition\*. 2014. Los Avicultores y su Entorno N° 88. BM Editores.

\*DuPont Industrial Biosciences, Departamento Técnico, [www.dupont.com](http://www.dupont.com).

[www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)

Volver a: [Aditivos y promotores del crecimiento](#)

## ¿QUÉ ES UNA ENZIMA?

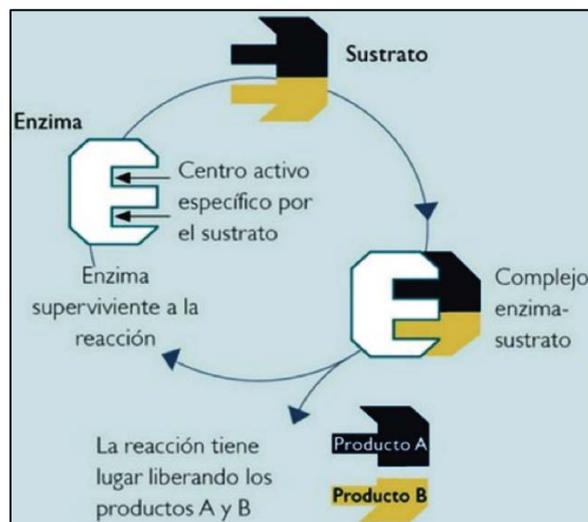
Elementos clave de las enzimas:

- ◆ Catalizadores. Son sustancias biológicas que aceleran las reacciones bioquímicas repetidamente. Las enzimas no se alteran por la reacción y por tanto, pueden continuar favoreciéndolas una y otra vez. Son sumamente eficientes, tan sólo se necesitan pequeñas cantidades.
- ◆ Proteínas. Una vez hecho su trabajo, se descomponen rápidamente y son completamente biodegradables.
- ◆ Dos funciones. Tanto descomponer una molécula en una o más moléculas de menor tamaño, como combinar pequeñas moléculas en una más grande.
- ◆ Ejemplo: las enzimas secretadas por el sistema digestivo rompen las grandes moléculas del alimento en componentes de menor tamaño, permitiendo que estos nutrientes sean absorbidos más fácilmente en el intestino delgado.
- ◆ Especificidad. Sólo catalizan una reacción específica.
- ◆ Se denominan. Según la función que realizan, por ejemplo, las carbohidrasas descomponen carbohidratos, las proteasas descomponen proteínas, etc.

## ¿CÓMO FUNCIONAN LAS ENZIMAS?

Una región específica de la enzima – el centro activo – tiene una forma que se adapta perfectamente a determinados sustratos moleculares. La enzima se une a uno o más sustratos específicos mediante este centro activo.

Enzima y sustrato forman un complejo “enzima-sustrato”, que debilita algunos de los enlaces químicos del sustrato. Este efecto dará lugar a la formación de diferentes moléculas, la enzima se liberará retomando su forma original, quedando libre y disponible entonces para volver a trabajar.



## ¿DÓNDE SE UTILIZAN LAS ENZIMAS?

Las enzimas son ampliamente utilizadas en muchos tipos de industrias diferentes. Algunos ejemplos incluyen:

- ◆ Alimentación y Bebidas. Por ejemplo para repostería, cervecería, quesería, extracción y clarificación de zumos de fruta, procesado del almidón, vinificación y producción de aceites y grasas. Las enzimas se emplean para reducir costos, mejorar la calidad de los productos, alargar la vida útil de estos y proporcionar soluciones más sostenibles.
- ◆ Detergentes. Lavandería y lavavajillas. Lavandería – para proporcionar un lavado mejor a temperaturas más bajas y con ciclos de lavado más cortos y más respetuosos con el medio ambiente. Lavavajillas – para eliminar la grasa y los restos de comida resecos, y, ¡hacer que los vasos reluzcan!

- ◆ Bioetanol. Para convertir los cereales en bioetanol reduciendo la dependencia de los combustibles fósiles y disminuir las emisiones de CO<sub>2</sub>.
- ◆ Alimentación Animal. Para reducir los costos
- ◆ de los alimentos, mejorar la uniformidad del alimento, ayudar a mantener la salud intestinal y reducir las excreciones de fósforo y nitrógeno al medio ambiente.
- ◆ Textil. Para reemplazar a los productos químicos en los distintos procesos de los tejidos: encogido, blanqueo, lavado a piedra, tinte y acabado.
- ◆ Pasta y papel. Para reducir la cantidad de químicos necesarios para el blanqueo.

## ¿CÓMO SE PRODUCEN LAS ENZIMAS?

¡Los microorganismos (bacterias, hongos y levaduras) son fábricas naturales de enzimas!

Los microorganismos pueden producir muchos tipos diferentes de enzimas. Para producir enzimas específicas, se utilizan cepas seleccionadas.

**El proceso de producción de enzimas:**

### 1. SELECCIONAR LA ENZIMA

Considerar la especificidad de la enzima, la velocidad de reacción, el pH y la temperatura óptima, su estabilidad en general, así como el efecto de los distintos inhibidores y su afinidad por los sustratos. Por ejemplo, para la alimentación animal, considerar el perfil de pH de la enzima – ¿es similar al perfil de pH del sistema digestivo del animal?

### 2. SELECCIONAR LA CEPA DE PRODUCCIÓN (Ej.: HONGOS *Aspergillus* y *Trichoderma*, y BACTERIA *Bacillus*)

La cepa de producción debe tener certificado de GRAS (Generally Regarded As Safe o Generalmente Considerado como Seguro). Los microorganismos deben ser capaces de producir grandes cantidades de enzima en poco tiempo.

### 3. UTILIZACIÓN DE LA BIOTECNOLOGÍA ENZIMÁTICA PARA AUMENTAR LOS RENDIMIENTOS PRODUCTIVOS DE LAS CEPAS SELECCIONADAS.

Los microorganismos presentes en la naturaleza no suelen estar “especializados” en la producción de la enzima deseada. Mediante procesos de “Ingeniería enzimática proteica” podemos alterar el/los microorganismo/s con el fin de aumentar la eficiencia de producción. Los beneficios incluyen, el incremento de la cantidad de enzima específica que va a ser producida, la reducción/eliminación de la presencia de otras actividades enzimáticas no buscadas y la disminución del tiempo empleado por el/los microorganismo/s para crecer en un medio de cultivo (cultivo enriquecido fermentativo) relativamente fácil y barato de mantener.

### 4. OPTIMIZAR EL MEDIO DE CULTIVO (NUTRIENTES) y LAS CONDICIONES DE PRODUCCIÓN.

Los microorganismos se mantienen para su crecimiento y desarrollo en grandes recipientes de acero inoxidable, utilizando como nutrientes principales el almidón y las melazas. A la hora de optimizar el medio de cultivo, los factores a considerar incluyen: definir con precisión los nutrientes que necesita el microorganismo seleccionado, la concentración óptima/económica de los mismos, las condiciones del proceso de desarrollo y producción óptimas, y cómo debería optimizarse el proceso en su totalidad (oxígeno necesario, velocidad de agitación, etc.).

### 5. OPTIMIZAR EL PROCESO DE RECUPERACIÓN DE LAS ENZIMAS PRODUCIDAS (y PURIFICACIÓN SI FUERA NECESARIO).

La fermentación produce la enzima específica y deseada si se han hecho las cosas bien. Posteriormente, ésta se extrae mediante un proceso de filtrado sofisticado, asegurando que ninguno de los microorganismos productores de enzima acaba en el producto final, contaminándolo. La enzima queda bien separada de la biomasa.

### 6. FORMULAR UN PRODUCTO ENZIMÁTICO ESTABLE – LÍQUIDO y/o GRANULADO.

El producto ahora resultante es de naturaleza líquida, incluso se podría ya utilizar como preparado enzimático; sin embargo, se somete a purificación y aislamiento. La enzima se estabiliza y se puede, por desecación, elaborar en forma seca, antes de su almacenaje final.

## ¿QUÉ FACTORES AFECTAN A LA ACTIVIDAD ENZIMÁTICA?:

### 1. pH.

Tiene un efecto muy importante sobre la actividad enzimática. El pH óptimo de actividad difiere entre enzimas y para la aplicación en alimentos para animales suele estar entre 3.5-7.5.

## 2. TEMPERATURA.

Las enzimas son catalizadores biológicos de naturaleza proteica y por tanto, son sensibles al calor extremo. Elevar la temperatura hasta el óptimo para una enzima específica aumenta la velocidad de acción enzimática. Una vez que se alcanza esta temperatura, elevarla más allá puede provocar la degradación de la enzima con pérdidas irreversibles de su actividad.

## 3. VALOR KM.

Es la concentración a la cual la enzima se encuentra al 50% de su actividad máxima. Es deseable por tanto, un bajo Km. Esto es importante ya que las concentraciones de sustrato en el intestino del animal son bastante bajas, ej.: 1-2 mg/ml.

## 4. ESTABILIDAD EN EL ALIMENTO y DURANTE EL PROCESADO.

La enzima debe ser capaz de resistir las condiciones de procesado del alimento, como por ejemplo la presión de vapor de agua en el acondicionador y los aumentos de temperatura en la peletizadora por efecto de la fricción de las matrices.

## 5. SENSIBILIDAD A LAS SECRECIONES ENDÓGENAS in vivo.

Por ejemplo: sensibilidad o resistencia a la degradación por las proteasas endógenas producidas por el animal.  
¿Son seguras las enzimas?

Sí. Las enzimas son ingredientes naturales y biodegradables. Las enzimas para alimento se digieren como las proteínas normales, de forma que no dejan ningún tipo de residuo en las producciones animales.

¿Por qué usar enzimas en los alimentos para animales?

### Problema:

- ◆ Generalmente el alimento representa el costo más elevado de la producción animal. Los cerdos y las aves no digieren alrededor del 15-25% del alimento que ingieren; esto es realmente una pérdida.
- ◆ Los ingredientes del alimento contienen “factores antinutricionales\*” y los cerdos y las aves no producen las enzimas para romper estos componentes del alimento.
- ◆ Los animales más jóvenes tienen un sistema digestivo inmaduro y la producción de enzimas endógenas puede y suele ser inadecuada.

### Beneficios:

- ◆ Mejora del rendimiento y reducción de costos – degradan antinutrientes, permitiendo al animal digerir el alimento de forma más eficiente.
- ◆ Para obtener un medio ambiente mejor – la fitasa reduce la excreción de fósforo y las carbohidrasas reducen la excreción de nitrógeno.
- ◆ Mejora de la homogeneidad del alimento- reducen la variación nutricional de los ingredientes dando lugar a un alimento más homogéneo para un rendimiento más uniforme de los animales.
- ◆ Ayuda a mantener la salud intestinal – mejorando la digestibilidad de los nutrientes, quedarán menos sin digerir
- ◆ y disponibles en el intestino del animal que podrían ser utilizados por bacterias indeseables para su propio desarrollo.
- ◆ Ejemplos de algunos factores anti-nutricionales y sus efectos en el animal:
- ◆ Fitato: La forma principal de almacenaje de fósforo en muchos tejidos vegetales. Retiene fósforo y otros nutrientes en su compleja estructura (ej.: calcio, energía, proteína).
- ◆ Arabinoxilanos y beta-glucanos: Presentes en las paredes celulares fibrosas de los vegetales.
- ◆ Forman fibras solubles que se disuelven en el intestino del animal, incrementando la viscosidad y por tanto, atrapando nutrientes, haciendo que disminuya la digestibilidad del alimento.
- ◆ Forman fibras insolubles que “envuelven” nutrientes como el almidón y la proteína, haciéndolos inaccesibles para las enzimas digestivas del animal.
- ◆ La fibra incrementa la capacidad de almacenar agua del pienso, atrapando los nutrientes solubles en ella y creando una mayor densidad en el intestino que ralentiza la digestión y reduce el consumo de alimento.
- ◆ La fibra y los factores anti-nutricionales de naturaleza proteica de las proteínas vegetales (ej.: inhibidores de tripsina, lecitinas en la harina de soya) estimulan la producción de niveles excesivos de enzimas digestivas inapropiadas en el animal – un costo de energía y proteína para el animal (incrementando las necesidades de “mantenimiento”).

Nótese que los cerdos y las aves producen las enzimas apropiadas (ej.: fitasa, carbohidrasas complejas) para romper estos antinutrientes.

## ¿CÓMO SE EMPLEAN LAS ENZIMAS EN LA FORMULACIÓN DEL ALIMENTO PARA ANIMALES?

Dos opciones:

1. Reformular el alimento – Para reducir los costos y al menos mantener el crecimiento del animal, la producción de huevos y el índice de conversión.  
Por ejemplo, reemplazando parte del trigo, cebada o maíz con sub-productos más fibrosos de menor costo y/o reducir el nivel de grasa añadido en la dieta.
2. Añadirlo a la formulación estándar – Para mejorar el crecimiento del animal, la producción de huevos y el índice de conversión con menores costos de producción.

### ¿QUÉ TIPOS DE ENZIMAS SE UTILIZAN EN NUTRICIÓN ANIMAL?

Tipo de enzima	Sustrato para la enzima.
Xilanasas	Arabinosilanos de la fibra vegetal.
Beta-glucanasa	Betaglucanos con enlaces mixtos de la fibra vegetal.
Amilasa	Almidón de los granos de cereales, subproductos de dichos granos y algunas proteínas vegetales.
Pectinasa	Pectinas de algunas proteínas vegetales.
Fitasa	Fitato (sales de ácido fítico) del material vegetal.
Proteasa	Proteínas de reserva en diversos materiales vegetales, factores anti-nutricionales de naturaleza proteica en la proteína vegetal.
Lipasas	Grasas de la materia vegetal y grasa animal/vegetal añadida.

### ¿CUÁLES SON LOS REQUISITOS PARA LAS ENZIMAS EMPLEADAS EN LOS ALIMENTOS PARA ANIMALES?

Las enzimas empleadas en los alimentos para animales tienen que ser:

- ◆ activas y efectivas en el animal.
- ◆ estables durante el almacenaje.
- ◆ compatibles con minerales, vitaminas y otros ingredientes del alimento.
- ◆ estables a las altas temperaturas que se alcanzan durante la fabricación del alimento.
- ◆ seguras y fáciles de manejar.
- ◆ con suficiente fluidez, para asegurar su mezclado uniforme en el alimento.

### ¿SABÍA QUÉ?

- ◆ La palabra enzima viene del Griego, y literalmente significa “en levaduras”.
- ◆ Cada célula de cada ser vivo que habita en la Tierra produce enzimas.
- ◆ Las enzimas aceleran reacciones químicas haciéndolas de 10 a 20 millones de veces más rápidas que si éstas no estuvieran presentes.
- ◆ La levadura panadera tiene 7000 genes que codifican para alrededor de 3000 enzimas.
- ◆ Se conocen miles de variantes diferentes de las enzimas naturales.
- ◆ El apreciado bocado mentolado y cremoso del interior de un “After Eight” es un producto de la tecnología enzimática (¡invertasa!).

Volver a: [Aditivos y promotores del crecimiento](#)