

# ¿QUÉ ES LA BIOTECNOLOGÍA?

## PARTE A. LA BIOTECNOLOGÍA: SU DESARROLLO Y APLICACIONES

### ¿Qué es la Biotecnología?

La biología es el estudio de los seres vivos.

La tecnología trata de resolver los problemas y proporcionarnos las cosas que necesitamos.

Así, la biotecnología utiliza los seres vivos para producir lo que necesitamos.

Afinando un poco más, la biotecnología es la utilización de procesos biológicos para producir bienes y servicios. Estos bienes incluyen productos químicos, alimentos, combustibles y medicamentos. Los servicios que puede ofrecer la biotecnología incluyen el tratamiento de residuos o el control de la contaminación.

La biotecnología utiliza células vivas o productos sintetizados por éstas, como las enzimas. Las células pueden proceder de plantas o animales conocidos, o pueden ser microorganismos como las **levaduras** o las **bacterias**.

### Qué vamos a estudiar

En esta Unidad podremos desarrollar los siguientes apartados

**Parte A:** Concepto, desarrollo y aplicaciones de la Biotecnología.

**Parte B:** Estudio de un caso concreto: la acción de los enzimas en los detergentes para las lavadoras.

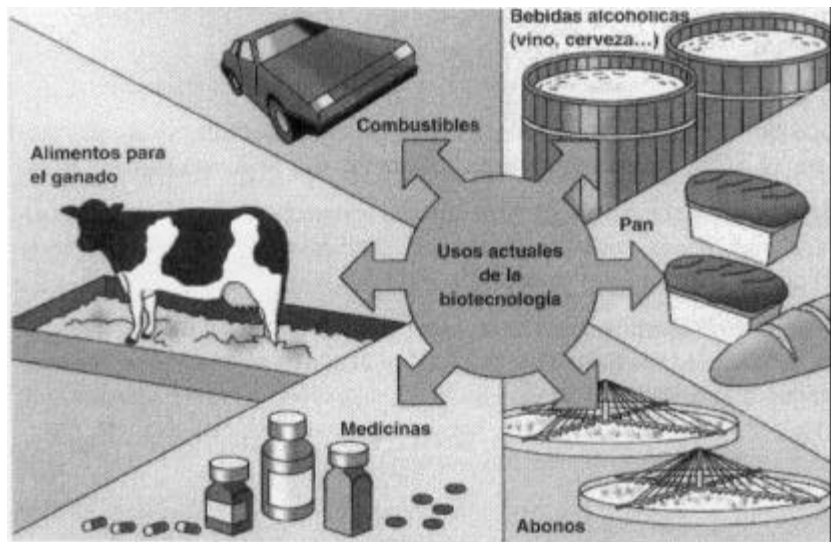


Figura 1. Aplicaciones de la Biotecnología.

## Hitos importantes en Biotecnología

### A. 6.000 a.C. Se fabrica cerveza por primera vez

La biotecnología tradicional comenzó antes del año 6.000 a.C. cuando los babilonios consiguieron fabricar cerveza por primera vez. En el proceso se utilizan células de levadura que transforman el azúcar en alcohol.

Hacia el año 4.000 a.C. los egipcios aprendieron a utilizar la levadura para fabricar pan. El vino se obtiene por fermentación de la uva y ya se menciona en el Antiguo Testamento de la Biblia.

La fabricación de vino, cerveza o pan se basan en el hecho de que las células de levadura pueden vivir sin oxígeno. Producen dióxido de carbono y alcohol mediante un proceso llamado **fermentación anaeróbica**.

Otro proceso antiguo de fermentación utiliza bacterias para transformar el alcohol en ácido acético, en la fabricación del vinagre. El yogur también se produce mediante una fermentación, añadiendo a la leche la bacteria que produce el ácido láctico. Hay muchos tipos de bacterias y hongos que se utilizan en la elaboración de diferentes clases de quesos.

Toda esta biotecnología tradicional era un arte, más que una ciencia. La gente no comprendía qué sucedía cuando se producía el pan, la cerveza o el queso. Antes de que la biotecnología pudiera desarrollarse, los científicos tuvieron que investigar mucho y conocer más acerca de estos procesos.

### B. Siglo XVII. Descubrimiento de los microbios

Los microbios se han utilizado (aún sin conocer su existencia) durante miles de años para fabricar alimentos y bebidas. Hubo que esperar hasta el siglo XVII para que Anton van Leeuwenhoek viera los microbios con uno de los primeros microscopios.



*Figura 2. Los babilonios fueron los primeros en utilizar la biotecnología*

**P1.** Escribe tres ejemplos de usos tradicionales de la biotecnología. Describe uno de ellos.

**P2** ¿Cómo crees que descubrieron la fabricación de cerveza los babilonios?

Por entonces se creía que los organismos vivos podían surgir espontáneamente a partir de materia inerte. En el siglo XIX Louis Pasteur refutó esa idea, la llamada "generación espontánea". Demostró que los microbios sólo podían provenir de otros microbios. Más tarde, Pasteur utilizó estas ideas para evitar que el vino se 'picase' (se transformara en vinagre) o que la leche se agriara. Su método se utiliza todavía hoy y es conocido como 'pasteurización'.

**P3.** La leche que bebemos ha sido tratada y enfriada rápidamente para eliminar la mayoría de los microbios presentes en ella. ¿Cómo se llama este proceso y por qué es necesario?

### C. 1897. Descubrimiento de los enzimas

En 1897 Edward Buchner demostró que no se necesitan las células de levadura completas para fabricar alcohol. Hay unas partes de la célula que realizan este proceso. Ahora sabemos que esas partes de la célula son las que contienen las enzimas.

Las enzimas son **catalizadores** biológicos. Las células los sintetizan para acelerar las reacciones químicas y controlar procesos biológicos. Todos los seres vivos las utilizan para controlar sus funciones. Desde 1897 se han ido obteniendo muchos enzimas a partir de las células de microbios, plantas y animales.

Los enzimas se utilizan en la industria y en el hogar, en productos como los detergentes en polvo.

### D. 1928. La Penicilina. La biotecnología consigue un medicamento maravilloso

A principios de este siglo, un arañazo o un corte que se infectara podía conducirte a la muerte. La esperanza de vida de los nacidos en 1930 no superaba los 54 años. Hoy, nuestra esperanza de vida es mucho mayor. Al menos unos 10 años de los que hemos ganado en longevidad se los debemos a los **antibióticos**.

En 1928 Alexander Fleming, médico en un hospital de Londres realizó una interesante observación. Se dio cuenta de que un hongo, el *Penicillium*, detenía el crecimiento de las bacterias. Algunos años más tarde un grupo de científicos de Oxford (Gran Bretaña) extrajeron una sustancia química del hongo y lo utilizaron para combatir una infección bacteriana. Esa sustancia se llamó penicilina.



*Figura 3. Los detergentes biológicos contienen enzimas que rompen las estructuras de las proteínas.*

Al principio se fabricaba en grandes cantidades haciendo crecer el hongo sobre miles de recipientes de leche, que actuaban como caldo de cultivo. En Estados Unidos se mejoraron los métodos de cultivo.

La penicilina ayudó a salvar muchas vidas durante la II Guerra Mundial. De hecho, este medicamento era tan valioso que incluso se guardaba la orina de pacientes tratados con penicilina. Posteriormente, la penicilina se aislaba de la orina y se utilizaba para tratar a otros enfermos.

Desde entonces se han descubierto muchos antibióticos. La mayoría se han obtenido mediante biotecnología.

E. 1953. El ADN, el código de la vida

¿Por qué nos parecemos a nuestros padres?, ¿por qué las gatas dan a luz gatos y no conejos o perros? Estas preguntas han intrigado a los científicos durante cientos de años.

En 1953, un grupo de científicos ingleses: Rosalind Franklin, Maurice Wilkins, James Watson y Francis Crick, encontraron evidencias para contestar parcialmente a la pregunta. La molécula que estudiaban era el ácido desoxirribonucleico, **ADN** para abreviar. Rosalind Franklin descubrió que tenía forma helicoidal (como el muelle de un bolígrafo) y Watson y Crick describieron su estructura.

El ADN se encuentra en los  **cromosomas**, en el interior de las células de todos los seres vivos. Se encarga de controlar todas sus actividades y de transmitir a las células hijas la  **información genética** que contiene. Cada vez que una célula se divide lleva una copia del ADN. Éste se transmite mediante los óvulos y los espermatozoides y así pasa de una generación a la siguiente. Esto explica por qué nos parecemos a nuestros padres.

El ADN actúa como un conjunto de instrucciones codificadas para las células. Los fragmentos de cromosomas que poseen las instrucciones para sintetizar las proteínas se llaman  **genes**. Cuando se conoció la estructura del ADN, los científicos intentaron descifrar el  **código genético**.

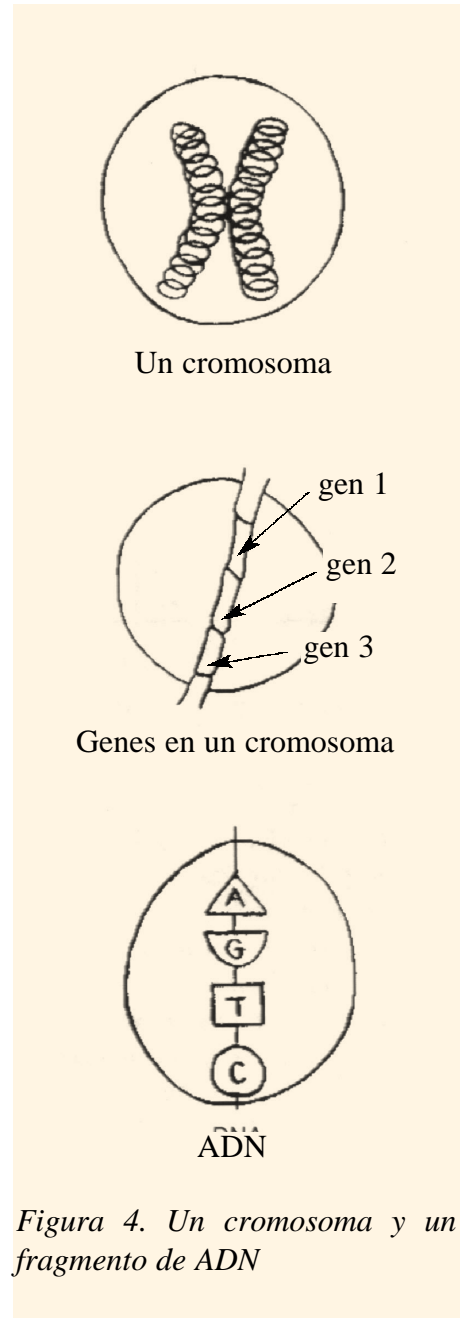


Figura 4. Un cromosoma y un fragmento de ADN

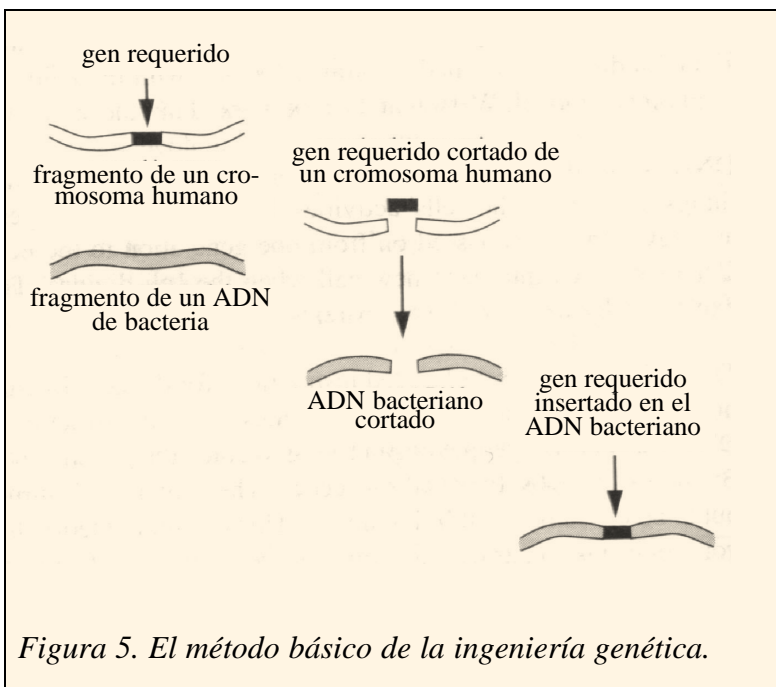
A principios de los 60 ya lo habían hecho y se comprobó que el código genético era el mismo para todos los seres vivos. Esto significa, en teoría, que se podrían tomar instrucciones (genes) de una célula, cortarlas y pegarlas en los cromosomas de otra célula, aunque sean organismos diferentes. Este proceso de "recortar y pegar" se llama ingeniería genética. se debería hacer en este campo.

**F. Década de los 70. Se desarrolla la ingeniería genética**

Los científicos utilizan técnicas de ingeniería genética para trasladar los genes de un tipo de célula a otro. Así pueden conseguir que las células elaboren productos interesantes que de otra forma no podrían.

Un niño que no pueda producir suficiente hormona del crecimiento, se quedará con menor estatura de la normal. Hoy en día esto se puede prevenir administrándole hormona del crecimiento. Antes de la ingeniería genética, la hormona se extraía de los pacientes fallecidos. Se necesitaban unos 20.000 cuerpos cada año para obtener la hormona necesaria para tratar a los pacientes británicos. Hoy, el ADN de las células humanas se inserta en microbios. Las bacterias necesitan sólo 12 horas para fabricar esa cantidad de hormona.

Otro producto de la ingeniería genética es la insulina, necesaria para los diabéticos. También el cuajo de herbívoros



**P6.** Haz un cuadro que recoja los acontecimientos más importantes en el desarrollo de la biotecnología descritos en esta unidad.

**P7.** Señala cuáles de los siguientes procesos son ejemplos de biotecnología.

- a) Extracción de la hormona del crecimiento de los pacientes fallecidos.
- b) Fabricación de la hormona del crecimiento mediante ingeniería genética.
- c) Producción de abono a partir de materia orgánica.
- c) Refino del petróleo para producir gasolina, gasoil, aceites...
- e) Uso de bacterias para la transformación de glucosa en fructosa (un azúcar muy dulce).
- f) Fabricación de biogas a partir de la descomposición de residuos domésticos y de granjas.
- g) Fabricación de acero a partir de hierro.

(vaca, oveja, cabra), que se utilizaba en la fabricación de queso, se obtiene actualmente mediante técnicas de ingeniería genética.

### ¿Qué son los biotecnólogos?

La industria de la biotecnología necesita profesionales de diferentes campos trabajando en equipo. Microbiólogos, bioquímicos, programadores e ingenieros utilizan los descubrimientos científicos para producir nuevos o mejores bienes y servicios. Las empresas de biotecnología necesitan también abogados, administrativos o representantes comerciales en los departamentos de ventas que sepan algo de la ciencia en la que se apoya su empresa.

La biotecnología podría ayudar a resolver muchos de los problemas del mundo, tales como las enfermedades, el hambre o la contaminación. Sin embargo tiene algunos aspectos difíciles y polémicos. Es importante saber algo de biotecnología para poder opinar sobre lo que se debería y no se debería hacer en este campo.

### La Biotecnología en Aragón

En nuestra Comunidad es posible encontrar también centros en los que se investiga y se trabaja con biotecnología. Uno de ellos es la Estación Experimental de Aula Dei (EEAD), un Instituto que depende del Centro Superior de Investigaciones Científicas (C.S.I.C.), organismo autónomo del Ministerio de Educación y Ciencia. Se halla ubicada a 13 km del centro de Zaragoza, al lado de la ribera del río Gállego y de la Cartuja de Aula Dei en la carretera de Montañana.



La Estación Experimental de Aula Dei es un Instituto que depende del Área Ciencias Agronómicas del C.S.I.C. El trabajo de la Estación se centra en el estudio del material vegetal y de los factores que afectan a la productividad y la calidad del sector agrario aragonés

Figura 6. Página web de Aula Dei

El trabajo de la Estación se centra en el estudio del material vegetal y de los factores que afectan a la productividad y la calidad del sector agrario aragonés. También hay que destacar que el Instituto colabora en diversos proyectos internacionales sobre agricultura mediterránea.

Las principales líneas de investigación son las siguientes:

- Desarrollo de variedades adaptadas de maíz mediante la utilización de germoplasma.
- Aplicación de cultivos celulares y desarrollo de técnicas moleculares para la mejora vegetal.
- Desarrollo de variedades de cebada adaptadas al estrés hídrico.
- Estudios sobre los efectos de la salinidad y el estrés hídrico en otros cultivos.

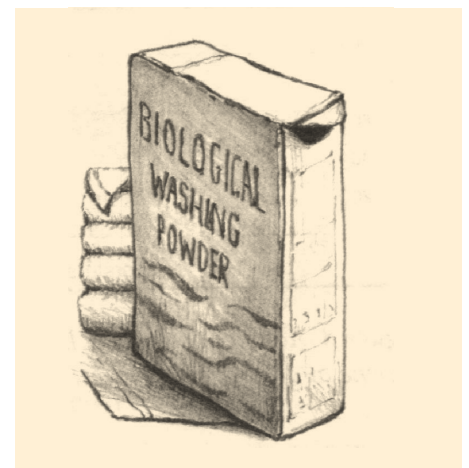
## PARTE B. ENZIMAS EN LOS DETERGENTES PARA LA LAVADORA

En 1821 una instrucción del ejército de los Estados Unidos de Norteamérica decía que los soldados debían lavar los uniformes de una marea un tanto curiosa:

*"... las manchas de suciedad o grasa deben eliminarse con...saliva".*

La saliva contiene algunos enzimas como la amilasa que nos ayudan a digerir la comida. Las proteínas, grasas y el almidón son componentes habituales de las manchas de la ropa. Estas sustancias también pueden actuar como una especie de pegamento, pegando la suciedad al tejido. Los enzimas ayudan a romper estas uniones de la misma manera que las enzimas rompen (metabolizan) los alimentos en nuestro cuerpo.

Los enzimas no son seres vivos, pero proceden de materia viva. Los enzimas de los detergentes proceden de microbios inofensivos. La idea de añadir enzimas a los detergentes no prosperó hasta que se desarrolló un método para cultivar un número importante de microbios en los fermentadores. A los detergentes con enzimas se les llama a menudo 'detergentes biológicos'.



*Figura 7. Los detergentes biológicos necesitan temperaturas menos elevadas para poder romper las cadenas de proteínas*

Cuando se introdujeron los detergentes biológicos, los fabricantes recibieron muchas quejas. Los consumidores se quejaban de irritaciones de la piel y sarpullidos. Creían que estas enzimas para la digestión de las proteínas (proteasas) eran las responsables. Sin embargo, tras muchos años de investigación, no se ha podido hallar evidencia científica de esto.

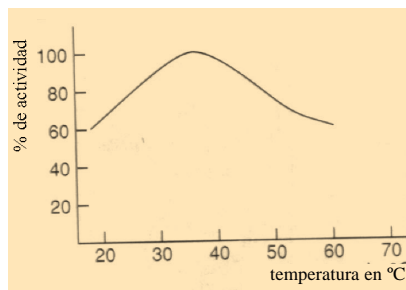
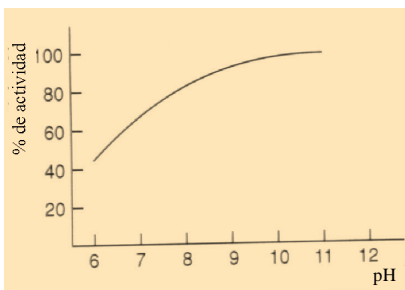
Como los enzimas funcionan generalmente a bajas temperaturas, pueden ayudar a eliminar las manchas sin necesidad de agua muy caliente o productos químicos agresivos. Los enzimas son biodegradables y una vez que han participado en un lavado se descomponen en pocas horas.

La mayoría de los detergentes biológicos contienen **proteasas** (enzimas que catalizan la digestión de las proteínas). Pero no sólo hay manchas de proteínas. Los biotecnólogos daneses han creado un nuevo enzima para los detergentes, utilizando técnicas de ingeniería genética. Los nuevos enzimas destruyen la estructura de las grasas, que son las que producen las manchas más difíciles de quitar. Los científicos tomaron un gen de una enzima de la digestión de las grasas, una **lipasa**, de un hongo y lo colocaron en otro hongo llamado *Aspergillus*. Eligieron este hongo, el *Aspergillus*, porque tenían mucha experiencia en su cultivo.

El nuevo enzima, lipasa, puede disolver manchas de aceites y grasa.

Elimina también manchas como las de crema de zapatos, lápiz de labios o la grasa de las patatas fritas.

Las gráficas 6 y 7 muestran la actividad de la nueva lipasa en función del pH y de la temperatura.



Gráficas 6 y 7. Actividad de la nueva lipasa en función del pH y la temperatura

**P8.** ¿Cómo debían eliminar las manchas de la ropa los soldados del ejército en 1821?

**P9.** ¿Por qué funcionaba ese método?

**P10.** ¿Por qué algunos detergentes se llaman 'biológicos'?

**P11.** Los enzimas son proteínas ¿qué sucedería si un fabricante de detergente colocara una mezcla de proteasas (enzimas para digerir proteínas) y lipasas (enzimas para digerir grasas) en el mismo producto?

**P12.** Observa la gráfica de la figura 6.

- Explica cómo varía la actividad de la enzima con el pH.
- ¿Qué es el pH de una disolución?
- ¿Cuándo es más efectiva la enzima, en medios ácidos o básicos?
- A partir de la gráfica, ¿cuál es la actividad del enzima en una disolución neutra?
- Las disoluciones muy ácidas o muy básicas son corrosivas. ¿qué pH recomendarías para lavar con este detergente?



Las gráficas 8a, 8b y 8c muestran el número de quejas recibidas después de la comercialización de tres nuevos detergentes en polvo: A, B y C. La mayoría de las quejas fueron sobre manifestaciones alérgicas, como sarpullidos e irritaciones en la piel.

El detergente A era un detergente no biológico; el detergente B biológico. El detergente C también era biológico, similar al B, pero se lanzó cuando la prensa anunció que los enzimas podían ser peligrosos.

Los detergentes biológicos son menos contaminantes que los detergentes con fosfatos y por tanto contribuyen a la protección del medio ambiente.

**P13.** Sugiere alguna explicación de por qué los organismos vivos tienen una temperatura en torno a los 37°C.

**P14.** Observa la gráfica 7  
 a) Explica cómo varía la actividad del nuevo enzima con la temperatura.  
 b) ¿Qué temperatura recomendarías para usar el nuevo detergente?

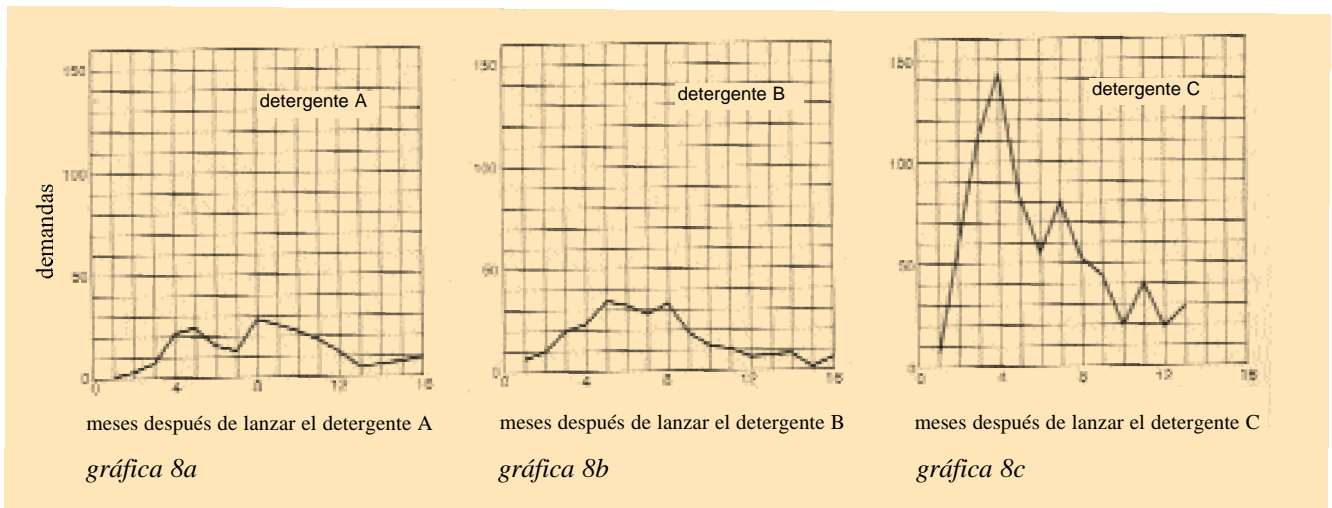


Figura 8. El número de quejas de los consumidores tras el lanzamiento de tres detergentes.

**P15.** Observa las gráficas 8a, 8b y 8c.  
 a) ¿Qué detergente recibió más quejas?  
 b) Los detergentes B y C eran muy parecidos. Explica por qué uno recibió más quejas que el otro.  
 c) ¿Qué puedes decir sobre el número de quejas transcurrido un año desde su lanzamiento?  
 d) ¿Se puede decir que estas gráficas aportan evidencias para afirmar que los detergentes con enzimas provocan sarpullidos e irritaciones en la piel?

# ¿QUÉ ES LA BIOTECNOLOGÍA ?

## Contenidos científicos:

Levadura, bacteria, fermentación anaeróbica, catalizador, enzima, antibiótico, ADN, cromosoma, gen, información genética, código genético, ingeniería genética, proteasa, lipasa y pH.

## Conexión con los bloques de contenido del currículo:

Bloque 6. Diversidad y unidad de los seres vivos: Introducción a la Genética.  
Bloque 7. Las personas y la salud.

## Temas transversales:

Educación para la salud.  
Educación en valores.

## Tiempo:

Dos periodos lectivos

## SUMARIO

La Unidad describe el desarrollo de la Biotecnología desde las antiguas fermentaciones en la fabricación del pan, vino y cerveza, hasta llegar a los logros actuales de la ingeniería genética. Se hace referencia a un centro aragonés dedicado a la investigación en estos temas. La importancia de este tipo de investigaciones se ejemplifica con un caso particular: la introducción de enzimas proteasas y lipasas, fabricadas por microorganismos, en los detergentes.

## ACTIVIDADES PARA LOS ESTUDIANTES

**Parte A.** Desarrollo y aplicaciones de la Biotecnología: lectura de documentos en relación a la presencia de la Biotecnología en la sociedad y elaboración de respuestas a las cuestiones planteadas.

**Parte B.** Enzimas en los detergentes: descripción somera de su aplicación y discusión en pequeños grupos de las cuestiones propuestas.

## OBJETIVOS

- Conocer y comprender la importancia de los descubrimientos científicos y sus aplicaciones para la sociedad.
- Proporcionar conocimientos sobre temas científico-técnicos de incidencia social que permanentemente aparecen en la prensa y en nuestras vidas y sobre los que los ciudadanos pueden influir si están preparados para ello.
- Establecer relaciones con temas de herencia biológica.

## USO Y ADAPTACIÓN DE LA UNIDAD

- La Unidad reúne varios conceptos de reproducción y desarrollo embrionario, por lo cual es más apropiada para estudiantes de fin de etapa de Enseñanza Secundaria Obligatoria.
- Las actividades de lectura pueden hacerse de forma individual y se puede encargar como trabajo de casa, pero, debido a su posible complejidad, se hace aconsejable la presencia del profesor para aclarar las dudas que vayan surgiendo.
- Las cuestiones pueden responderse mejor en pequeños grupos y, después, organizados en las dos tendencias presentadas, defenderán las posturas adoptadas.

## NOTAS PARA EL PROFESOR

## RESPUESTAS A LAS CUESTIONES

## Parte A. la biotecnología: su desarrollo y aplicaciones.

- P1.** Los usos tradicionales mencionados en la unidad son la producción de cerveza, pan, vino, vinagre, yogur y queso.
- P2.** La cerveza debió ser descubierta por fermentación accidental de una mezcla de agua y cereal.
- P3.** La pasteurización, necesaria para eliminar las bacterias patógenas que pueda contener.
- P4.** a) Los antibióticos son los agentes o fármacos antimicrobianos más utilizados para eliminar las bacterias. Unos detienen el crecimiento celular (antibióticos bacteriostáticos) al impedir la síntesis de sus paredes y por tanto su crecimiento y división, mientras que otros como la penicilina causan directamente su muerte (antibióticos bactericidas).  
b) Reciclandola a partir de la orina de los pacientes.
- P5.** Ácido desoxirribonucleico (ADN)
- P6.**  
6.000 a.C. Elaboración de cerveza.  
4.000 a.C. Utilización de la levadura como agente elevador.  
1.600. Descubrimiento de los microbios.  
1.800. Pasteurización.  
1.897. Descubrimiento de los enzimas (Edward Buchner).  
1.928. Descubrimiento del primer antibiótico, la penicilina.  
1.940. Producción a granel de la penicilina.  
1.953. Descubrimiento de la estructura del ADN.  
1.960. El código genético es descifrado.

1.970. Comienza la ingeniería genética.

- P7.** Ejemplos de biotecnología son: (b), (c), (e) y (f).

Los productos que contienen enzimas están ampliamente extendidos. Por ejemplo, los conocidos detergentes en polvo y la salsa barbacoa contienen proteasas que rompen las proteínas (que en el caso de la salsa barbacoa hará la carne más tierna) y las pastas dentífricas, que contienen enzimas presentes también en la saliva, como la lactoperoxidasa, que protege contra la caries. La enzima descrita en la parte B no se utiliza todavía en los detergentes en polvo. Ésta, es de hecho una lipasa, pero su nombre no se ha mencionado en el texto para evitar confusiones en el alumnado.

## Parte B. Enzimas en los detergentes para la lavadora.

- P8.** Usando saliva.
- P9.** Porque ésta contiene enzimas, como la amilasa.
- P10.** Se llaman detergentes biológicos a los que contienen enzimas.
- P11.** Las proteasas en estos detergentes pueden destruir progresivamente otras enzimas como las lipasas. Esto es un problema particular de las fórmulas de detergentes líquidos. Sin embargo, puede ser evitado añadiendo un enzima inhibidor (ácido bórico) al líquido. En la lavadora, el ácido bórico se diluye y pierde su efecto inhibidor.

- disolución es ácida o básica.
- c) Más efectivo en solución alcalina.
- d) Del 64% aproximadamente.
- e) Entre 9 y 10,5.

**P13.** La temperatura corporal de los organismos es próxima a los 37°C y corresponde al funcionamiento óptimo de sus enzimas. Sin embargo, hay enzimas que pueden tolerar temperaturas mucho mayores así como las condiciones alcalinas producidas por los detergentes en polvo.

- P14.** a) La actividad aumenta desde el 60% entre 10° y 37° hasta llegar al 100% y descende si seguimos aumentando la temperatura.
- b) Seleccionar la lavadora a 40° (el gráfico muestra un valor óptimo para 37°).

- P15.** a) C.
- b) C fué lanzado al mismo tiempo que se dijo que las enzimas podían ser perjudiciales. Algunas alergias de la piel se atribuyeron al nuevo detergente.
- c) El número de insatisfechos ha descendido a valores muy bajos y no hay diferencias significativas entre los detergentes biológicos y no biológicos A y B.
- d) No. No presentan diferencias.

A pesar de muchos años de investigación no hay evidencias de que las alergias se deban a la presencia de enzimas en los detergentes biológicos de uso doméstico. No se puede decir lo mismo de otros componentes de los detergentes. Muchas de las quejas parecen ser creadas por el miedo fomentado por los medios de comunicación. Trabajadores de las fábricas de detergentes enfermaron cuando los enzimas fueron introducidos por primera vez, pero este problema fue rápidamente solventado mediante la introducción de rigurosas medidas de seguridad y el desarrollo de efectivas técnicas de encapsulación capaces de prevenir la formación de aerosoles del enzima.

**Para saber más:**

Principios de Biotecnología, Alan Wiseman, Acribia, Zaragoza, 1986.

**En la red:**

[www.amgen.es//biotecnología/gr.htm](http://www.amgen.es//biotecnología/gr.htm)

[www.csic.es/cbic/zaudei.htm](http://www.csic.es/cbic/zaudei.htm)

<http://aupec.univalle.edu.co/temas/biotecno.html>

<http://siiap.sagyp.mecon.ar/institu/conabi/lies.htm>