

# BIOTECNOLOGÍA Y VIDA COTIDIANA

Manual de trabajos prácticos  
de biotecnología

## LIMPIANDO LA ROPA CON ENZIMAS

Dra. María Antonia Muñoz de Malajovich





# **BIOTECNOLOGÍA Y VIDA COTIDIANA**

## **LIMPIANDO LA ROPA CON ENZIMAS**

Autora:

Dra. María Antonia Muñoz de Malajovich

Coordinadora de Biotecnología

Instituto de Tecnología ORT de Río de Janeiro



"Biotecnología y vida y cotidiana" es el título de una serie de Manuales de Trabajos Prácticos de Biotecnología editados por el Programa Educativo Por Qué Biotecnología de ArgenBio - Consejo Argentino para la Información y el Desarrollo de la Biotecnología. "Limpiando la ropa con enzimas" es el primer ejemplar de esta serie, elaborada y diseñada por la Dra. María Antonia Muñoz de Malajovich.

María Antonia Muñoz de Malajovich es argentina, estudió Ciencias Biológicas en la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad de Buenos Aires. Radicada en Brasil, cursó la maestría y el doctorado en genética en la Universidad Federal de Río de Janeiro. Actualmente es docente y coordinadora de Biotecnología en el Instituto de Tecnología ORT de Río de Janeiro, donde organizó e implantó el Curso Técnico de Biotecnología y el Centro Experimental de Educación Ambiental CEDEA en Petrópolis.

A lo largo de veinte años dedicados a la enseñanza de Biotecnología, la Dra. Malajovich ha dado numerosas conferencias y cursos de formación de Profesores en Brasil, Perú, Uruguay y Venezuela, además de publicar diversos artículos. Es autora del libro Biotecnología publicado en portugués (Axcel Books, Brasil, 2004) y en español (Universidad Nacional de Quilmes, Argentina, 2007).

El equipo de Por Qué Biotecnología de ArgenBio agradece a María Antonia Muñoz de Malajovich por su generosidad al compartir sus conocimientos y los recursos didácticos que genera, frutos de su creatividad, experiencia y trabajo con sus alumnos.

Para consultas e información: [educacion@porquebiotecnologia.com.ar](mailto:educacion@porquebiotecnologia.com.ar)

Octubre - 2007



# ÍNDICE

<b>1. LIMPIANDO LA ROPA CON ENZIMAS</b>	
1.1. EL LAVADO DE LA ROPA	Pág. 9
1.2. LOS ORÍGENES DEL JABÓN Y EL MARKETING	Pág. 9
1.3. DETERGENTES Y MÁQUINAS	Pág. 9
1.4. LOS PROBLEMAS AMBIENTALES	Pág. 10
1.5. LA LLEGADA DE LAS ENZIMAS	Pág. 11
1.6. LOS COMPONENTES DE UN PRODUCTO COMERCIAL MODERNO	Pág. 12
1.7. EL PAPEL DE LAS ENZIMAS	Pág. 14
1.8. UNA INDUSTRIA MODERNA Y COMPETITIVA	Pág. 15
<b>2. ACTIVIDADES PRÁCTICAS - GUÍA DEL DOCENTE</b>	
2.1. TRABAJAR CON LO COTIDIANO	Pág. 17
2.2. IDENTIFICANDO ENZIMAS EN LOS PRODUCTOS PARA LAVAR LA ROPA	Pág. 17
2.2.1. Proteasas	Pág. 18
2.2.2. Celulasas	Pág. 18
2.2.3. Amilasas	Pág. 19
2.2.4. Lipasas	Pág. 20
2.3. EVALUANDO EL DESEMPEÑO DE LOS PRODUCTOS PARA LAVAR ROPA	Pág. 21
2.3.1. La importancia de las enzimas en la remoción de las manchas	Pág. 23
2.3.2. Comparando la eficiencia de varios productos	Pág. 24
2.3.3. Las variables del experimento	Pág. 25
<b>3. AGRADECIMIENTOS</b>	Pág. 26
<b>4. BIBLIOGRAFÍA</b>	Pág. 27
<b>5. GUÍAS DEL ALUMNO</b>	Pág. 28
A1. ¿Qué producto tiene proteasas?	Pág. 30
A2. ¿Qué producto tiene celulasas?	Pág. 32
A3. ¿Qué producto tiene amilasas?	Pág. 34
A4. ¿Qué producto tiene lipasas?	Pág. 36
A5. ¿Las enzimas sacan las manchas?	Pág. 38
A6. ¿Cuál es el producto más eficiente?	Pág. 40
A7. ¿Cómo mejorar la eficiencia de un producto?	Pág. 42





# 1. LIMPIANDO LA ROPA CON ENZIMAS

## 1.1. EL LAVADO DE LA ROPA

El lavado de la ropa es una tarea inevitable para la cual contamos con numerosos productos que prometen eliminar las manchas más difíciles, dejando las prendas perfumadas y más blancas, o con los colores realzados. Todo eso en poco tiempo y sin necesidad de restregarlas.

No siempre fue así. Hasta hace poco más de medio siglo la limpieza de la ropa significaba horas de trabajo pesado, ya que había que juntar el agua con baldes para calentarla, pasarla a una tina, disolver difícilmente el jabón y colocar las prendas para restregarlas, enjuagarlas y escurrirlas.

## 1.2. LOS ORÍGENES DEL JABÓN Y EL MARKETING

Ya sea por razones estéticas y/o higiénicas, el uso de jabones se remonta a los Babilonios (2700 AC). Aunque los árabes ya los comercializaban desde el siglo VII, los jabones sólo llegaron al sur de Europa cinco siglos más tarde. Preparadas artesanalmente a partir de aceite de oliva y cenizas de laurel, las barras eran artículos de lujo conocidos por su lugar de origen: jabón de Castilla, jabón de Marsella, etc.

Su popularización en la Europa del siglo XIX obedece a varios factores: surgen nuevas tecnologías para sustituir las cenizas, se desvela la química de los lípidos, llegan de las colonias materias primas más baratas, como el aceite de palma, y disminuyen los impuestos sobre las barras de jabón. También comienza a percibirse el valor de la higiene para la salud personal y pública.

En 1884 Lever & Cia. lanza en Inglaterra los primeros panes de jabón, "Sunlight", con un éxito tal que tres años más tarde la empresa llega a fabricar 450 toneladas por semana. Para la industria incipiente, la presentación del producto y su divulgación tienen gran importancia. En su llamativo embalaje, "Sunlight" aparece en una película de los hermanos Lumière de 1896, constituyendo lo que probablemente sería el primer caso de "merchandising" de la historia (Figura 1)

*Figura 1: El jabón Sunlight*



## 1.3. DETERGENTES Y MÁQUINAS

En 1907, la empresa alemana Henkel lanza Persil, un jabón para el lavado de ropa en el que para facilitar la remoción de la suciedad se agregaron otros productos químicos: perborato, silicato y carbonato de sodio. Con su fórmula modificada numerosas veces, Persil (por perborato y silicato) sigue siendo vendido hoy en día.

Las enzimas, así como sus características y propiedades, fueron descubiertas en la segunda mitad del siglo XIX (Pasteur, 1860; Kuhne, 1876; Büchner, 1897). Por otro lado, el uso de extractos pancreáticos para la limpieza era común en los mataderos de la época.

La primera aplicación moderna de estos conocimientos ocurre en 1913, cuando Otto Rhöm patentó un producto que contenía jabón y tripsina (extracto pancreático) al que denominó "Burnus" (en alemán, alboroz). Comercializado durante cincuenta años, Burnus tenía varios defectos: hacía poca espuma, era poco eficiente en medio alcalino, eliminaba solamente las manchas proteicas y causaba alergias.

A pesar del éxito de Persil y Burnus, que deben ser considerados los precursores de los productos modernos, lavar la ropa continuó siendo un trabajo pesado. Dos acontecimientos posteriores fueron decisivos para el progreso de la tecnología del lavado de ropa:

- La sustitución de los jabones por detergentes sintéticos derivados del petróleo, en Alemania, durante la Primera Guerra Mundial.
- El invento de la máquina de lavar eléctrica, por la empresa de aviación norteamericana Bendix, poco antes de la Segunda Guerra Mundial.

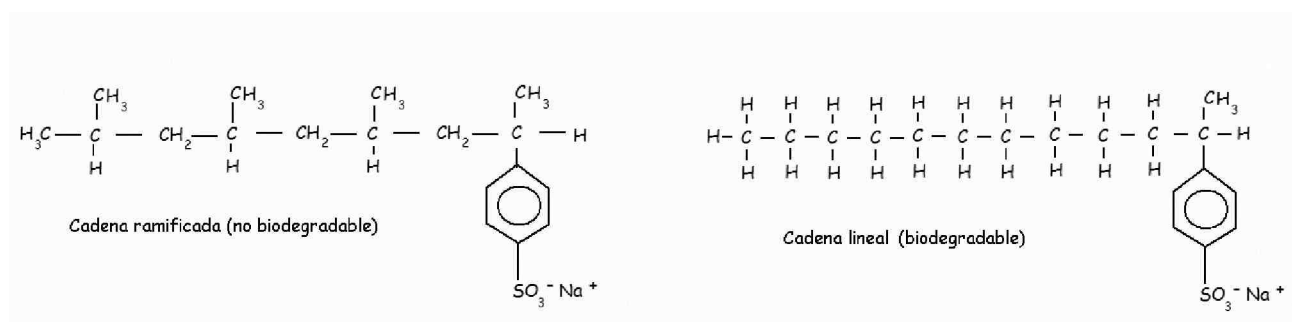
En 1940 más de la mitad de los hogares de Estados Unidos que contaban con energía eléctrica ya tenían en el sótano máquinas de lavar compartidas por todos los inquilinos y que funcionaban con monedas. Sin embargo, estas máquinas dejaron de fabricarse durante el período de participación de los Estados Unidos en el conflicto con el Eje. Finalizada la guerra, reaparecen las máquinas con nuevos modelos (Bendix y General Electric, 1947) y comienza a cambiar realmente la manera de lavar la ropa.

El primer producto a base de detergente para el lavado de ropa acaparó rápidamente el 30% del mercado (Tide, de Procter & Gamble, 1946). En poco tiempo los jabones también son desplazados por los detergentes en el lavado de la vajilla y la limpieza doméstica. Con la entrada de la mujer en el mundo del trabajo, todo lo que simplifique la vida cotidiana será bienvenido y consumido, incluyendo electrodomésticos y productos de limpieza.

## 1.4. LOS PROBLEMAS AMBIENTALES

Para los usuarios, uno de los atractivos de los detergentes era que hacían más espuma que el jabón. Pero como las primeras moléculas utilizadas no eran degradadas por los microorganismos del medio ambiente, la espuma se acumuló en ríos y lagos. Un problema ambiental que sólo fue resuelto en la década del 60, cuando las cadenas ramificadas de los sulfonatos de alquilbenceno fueron sustituidas por cadenas lineales, que sí son biodegradables. Con esta modificación los detergentes tienen una vida media de 1 a 3 semanas (Figura 2).

*Figura 2:* Sulfonatos de alquilbenceno ( $C_{18}H_{29}SO_3^- Na^+$ )



A pesar que en aguas duras los detergentes son más eficaces que los jabones, su desempeño mejora cuando el agua se “ablanda” con una sustancia capaz de secuestrar los iones de calcio y magnesio, responsables por su “dureza”. Esa es la función del tripolifosfato de sodio; su inclusión en un producto de lavar la ropa representó una innovación de peso que se difundió rápidamente (OMO de Unilever, 1952).

Cuando las señales de eutrofización de ríos y lagos se tornaron evidentes, la sociedad comenzó a cuestionar la presencia de fosfatos en los productos de limpieza y a pedir que se los eliminara. En realidad no queda muy claro cuál es su verdadera contribución al desequilibrio ambiental, porque tanto los fertilizantes, como los excrementos animales y humanos son también fuente de fosfatos.

Sea cual fuera su importancia en la contaminación ambiental, el caso es que ya en la década del 70 los fosfatos comenzaron a ser reemplazados, primero por otras moléculas (citrato de sodio, carbonato de sodio, silicato de sodio) y más tarde por la zeolita, un mineral derivado de la arcilla e insoluble en agua pero que la ablanda sin causar efectos negativos en el medio ambiente (Le Chat de Henkel, 1989). Actualmente es posible encontrar productos libres de fosfatos o con pocos fosfatos.

## 1.5. LA LLEGADA DE LAS ENZIMAS

La máquina de lavar se difundió en Europa un poco más tarde que en los Estados Unidos tornándose popular a mediados de la década del 60. De modo que hubo que inventar productos más eficientes capaces de limpiar sin la necesidad de hervir el agua, porque tanto en ese entonces como ahora, temperaturas menores significan menor consumo de energía.

Por sus características, las enzimas fueron la solución a ese desafío. Primero se sustituyó en un producto la tripsina pancreática por una proteasa (Alcalase®) de origen bacteriano (Bio-40 de Gebr. Schnyder, 1959; Biotex de Novo Industry, 1962). Al poco tiempo, otros productos con proteasas y amilasas (enzimas “glotonas”) fueron lanzados en medio de grandes y exitosas campañas de marketing (Ariel de Procter & Gamble y ALA de Unilever, 1968).

Esta innovación fue velozmente asimilada en Europa pero no en los Estados Unidos, donde creció el temor de que las enzimas pudieran causar reacciones alérgicas. Los ánimos se aplacaron en 1971, cuando la Academia Nacional de Ciencias concluyó que las enzimas de los productos de lavar eran un avance tecnológico sin riesgo alguno para la salud.

De hecho, en 1975 hay otro avance tecnológico importante, ya que se consigue encapsular las enzimas en pequeñísimos gránulos, recubiertos por un material inerte que se dispersa en el agua. El encapsulado impide la formación de polvillo, un agente alergénico para las vías respiratorias perjudicial para la salud de los trabajadores de la industria de productos para el lavado de ropa. También tiende a proteger al consumidor de eventuales dermatitis de contacto, junto a otras medidas como el uso de las cantidades recomendadas y un buen enjuagado de la ropa.

¿Cuál es el origen de las enzimas comerciales? Todos los seres vivos cuentan con numerosas enzimas gracias a las cuales las reacciones metabólicas ocurren en condiciones de temperatura y pH compatibles con la vida. Si bien en los productos para el lavado de la ropa ya se utilizaban algunas de origen animal, como la tripsina, éstas fueron reemplazadas por enzimas de origen microbiano.

El camino para la producción de enzimas se abre con la llegada de la tecnología del ADN-recombinante. Transfiriendo un gen de lipasa de *Humicola lanuginosa* a *Aspergillus oryzae* se logró obtenerlas en cantidades comerciales (Lipolase de Novo; 1988). Poco después se obtuvieron las celulasas alcalinas, producidas en cepas de *Bacillus*.

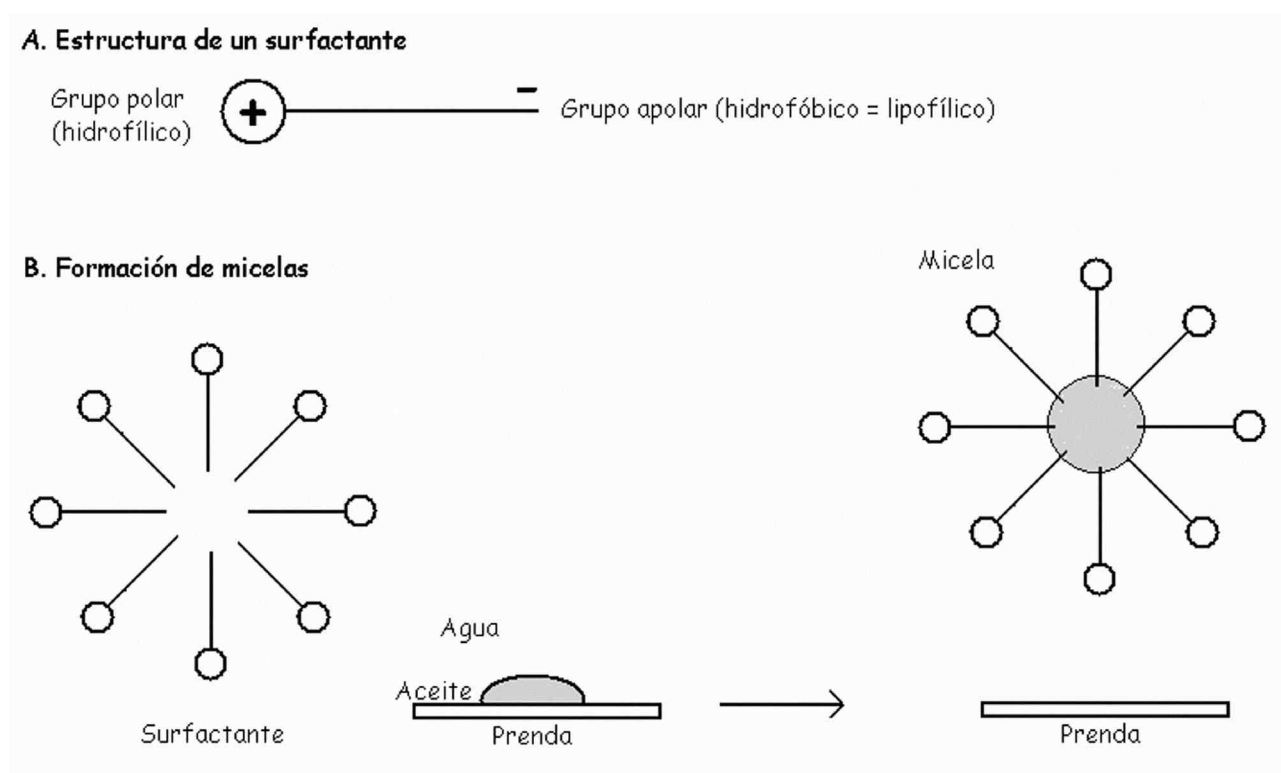
Actualmente, la mayor parte de la producción industrial de enzimas se basa en la biotecnología moderna, porque es más fácil transferir un gen a un microorganismo conocido que redimensionar los parámetros de la producción industrial para cada microorganismo que produzca una enzima interesante. Se utilizan bacterias del género *Bacillus* (proteasas, celulasas y amilasas) y también hongos como *Aspergillus oryzae* (lipasas) y *Humicola* (celulasas).

## 1.6. LOS COMPONENTES DE UN PRODUCTO COMERCIAL MODERNO

Llamados productos para lavar la ropa, jabones de lavar o sistemas de limpieza, los hay de diferentes tipos y precios. Su composición química figura en el embalaje, escrita en letras pequeñas cuando no minúsculas.

El agente principal es un agente tensioactivo aniónico que actúa como surfactante. Desde el punto de vista químico, se trata de una molécula que presenta un grupo polar, con afinidad por el agua y otro apolar, con afinidad por grasas y aceites. Por ser al mismo tiempo hidrofílico e hidrofóbico (=lipofílico), el surfactante consigue reducir la tensión superficial y envolver la suciedad formando una gotita (micela) cargada negativamente que se dispersa en el agua (Figura 3). Tanto los jabones como los detergentes derivados del petróleo tienen propiedades tensioactivas.

Figura 3: Dispersión de la suciedad en el agua por formación de micelas.



Como no basta con dispersar la suciedad, la acción del surfactante es complementada por otros componentes activos como sustancias blanqueadoras y enzimas capaces de fragmentar la materia orgánica.

También hay sustancias que cumplen una función auxiliar, evitando la formación de espuma o impidiendo que después de dispersada y fragmentada, la suciedad vuelva a asentarse en la prenda. Aunque los detergentes se disuelvan mejor que los jabones, se los acompaña con sustancias que ablanden el agua por captación de los iones de calcio y magnesio. Para mejorar la calidad del producto se agregan suavizantes y germicidas (Tabla 1).

La composición de cualquier producto para el lavado de ropa es detallada en el embalaje con un grado de precisión que depende de las exigencias de la legislación local.

Tabla 1: Principales componentes de un producto moderno para el lavado de ropas

## A. Componentes activos

SUSTANCIAS	CANTIDAD	EJEMPLOS	FUNCIÓN
Tensioactivos o Surfactantes <sup>1</sup>	17-37%	Sulfonatos de alquil benceno, Sulfatos de alcoholes de cadena larga.	Actúan como agentes humectantes y dispersan la suciedad.
Blanqueadores	17-26%	Perborato o percarbonato de sodio.	Liberan oxígeno, blanqueando las manchas oxidables (vino, té, café, frutas). Activador del perborato de sodio.
		Tetraacetiletilendiamina (TAED).	
Enzimas	1-2%	Proteasas, amilasas, lipasas, y celulasas.	Eliminan manchas de origen biológico y fibrillas de algodón. No se acostumbra incluirlas en productos para bebés.
Abrillantadores ópticos	0-1%	Substancias fluorescentes.	Azulantes ópticos que al reflejar la luz dan la impresión de blanco resplandeciente; no se incluyen en productos para ropa de color.

## B. Componentes auxiliares

SUSTANCIAS	CANTIDAD	EJEMPLOS	FUNCIÓN
Antiespumantes	0-2%	Jabón, Siliconas adsorbidas en silicio.	Evitan la formación de espuma excesiva.
Ablandador y anticalcáreo	15-20%	Zeolitas <sup>2</sup> u otros polímeros, Silicato de sodio, Carbonatos y citratos de sodio o potasio, Polifosfatos de sodio.	Alcalinizan el agua, manteniendo un valor de pH entre 9 y 10; también la ablandan al secuestrar el calcio y
Antiredepositantes	0-1%	Carboximetilcelulosa de sodio (CMC)	Impide que la suciedad dispersa en el agua de lavado se deposite nuevamente en la prenda.
Perfume (0-1%)	0-1%	Variados, encapsulados.	Agrada al consumidor y enmascara el olor de los demás componentes en el agua de lavado.
Modificadores de volumen	Hasta completar 100%	Agua: 4-20%	Se encuentra en menor cantidad en los productos concentrados.
		Sulfato de sodio: 5-45%	Impide que el producto se apelmace.

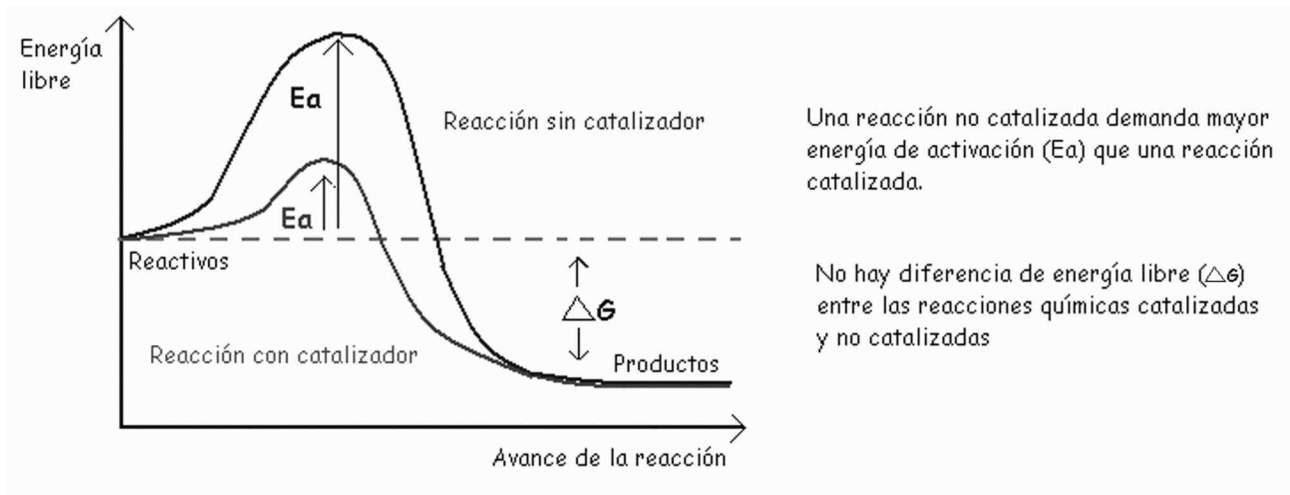
1. Existen más de 100 surfactantes conocidos entre tensioactivos aniónicos, catiónicos y anfóteros o no-iónicos.

2. Mineral derivado de la arcilla.

## 1.7. EL PAPEL DE LAS ENZIMAS

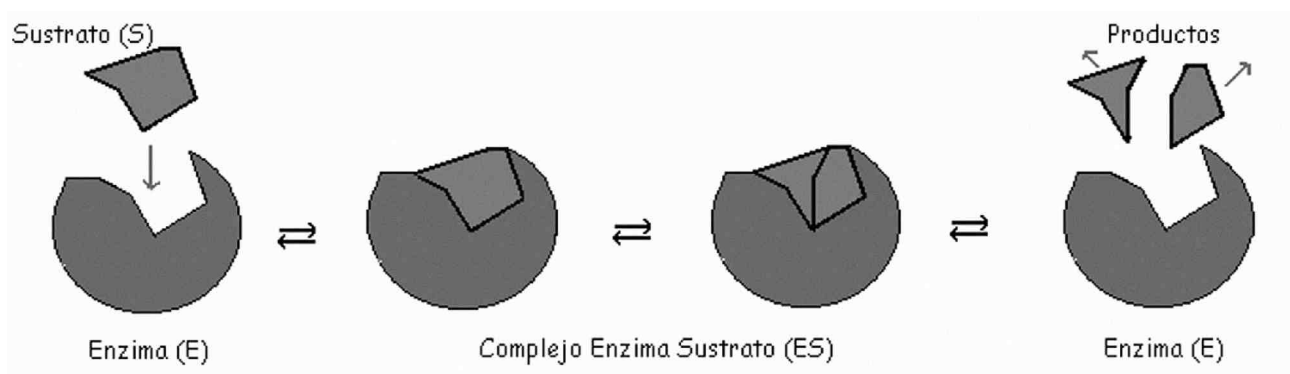
Las enzimas representan el 1-2% del producto comercial, a veces menos aún. Sin embargo esta cantidad es considerada suficiente, porque al ser catalizadores, se recuperan intactos al finalizar la reacción química que promueven. Su papel es el de aproximar las moléculas, con lo cual disminuye la energía necesaria para formar o romper una unión química (Figura 4).

Figura 4: La acción enzimática



Además de eficientes, las enzimas son específicas. Como un sistema de llave y cerradura, cada una ejerce su acción sobre el sustrato correspondiente: las proteasas actúan sobre las proteínas, las amilasas sobre el almidón, las lipasas sobre grasas y aceites, y las celulasas sobre la celulosa (Figura 5). Son proteínas y su origen biológico las torna biodegradables.

Figura 5: El sistema de llave y cerradura.



Las enzimas se incluyen en los productos para el lavado de ropa para eliminar el restregado, un trabajo pesado y que desgasta las prendas. Sin embargo, es necesario considerar un tiempo de prelavado durante el cual las enzimas hidrolizan las sustancias orgánicas correspondientes, fragmentándolas y facilitando su remoción.

Las enzimas responden a condiciones determinadas de temperatura y pH. En un producto para el lavado de ropa se incluyen enzimas activas entre 20 y 50° C y en pH alcalino (9-11). De este modo se evita el calentamiento del agua de lavado y se asegura la coexistencia con el surfactante.

Las enzimas utilizadas principalmente son proteasas y amilasas que hidrolizan sus respectivos sustratos al encontrarlos en la ropa. En algunos casos actúan despegando la mancha al digerir la sustancia que la fija a la tela.

La acción de las lipasas durante el lavado no elimina más que el 25% de las manchas específicas, siendo su efecto principal de tipo residual. Al ser adsorbidas por los lípidos, no son eliminadas totalmente en el enjuague de modo que continúan actuando durante el secado, facilitando la remoción de la mancha en el siguiente lavado.

También se usan celulasas para remover las fibrillas que forman antipáticas “bolitas”, mejorando el aspecto de las prendas, suavizándolas al tacto y realzando sus colores (Tabla 2).

En los productos comerciales figuran la ausencia o presencia de enzimas sin ningún detalle adicional, porque hasta hace poco tiempo atrás esa información era considerada un secreto industrial. Ya sea por la presión de los consumidores o por las exigencias legales, los fabricantes han comenzado muy recientemente a difundir la composición de sus productos en la Web.

De todos modos, una misma marca de un sistema de lavado puede no tener necesariamente la misma composición en diferentes países, y puede haber variaciones en el tipo y la cantidad de enzimas que contiene.

**Tabla 2:** Enzimas en los productos de lavar la ropa

ENZIMAS	NOMBRES COMERCIALES (EJEMPLOS)	CARACTERÍSTICAS	ACCIÓN ESPECÍFICA
Proteasas	Alcalase <sup>®</sup> , Maxatase <sup>®</sup> , Everlase <sup>®</sup> , Esperase <sup>®</sup> , Savinase <sup>®</sup> , Ovozyme <sup>®</sup> ,	Hidrolizan las proteínas rompiendo las uniones peptídicas. No son eficientes en lana y seda.	Sacan manchas de leche, huevo, soja, pasto, sangre, tomate, transpiración, etc.
Amilasas	Duramyl <sup>®</sup> , Termamyl <sup>®</sup> , Maxamyl <sup>®</sup>	Generalmente a-amilasas que hidrolizan uniones glicosídicas del almidón liberando fragmentos de cadena corta, solubles en agua.	Sacan manchas de cereales y papillas infantiles, purés, pastas, chocolate y salsas espesadas con almidón, etc.
Lipasas	Lipolase <sup>®</sup> , Lumafast <sup>®</sup> , Lupomax <sup>®</sup>	Hidrolizan los lípidos liberando ácidos grasos que en pH alcalino forman carboxilatos solubles en agua; tienen un efecto retardado.	Sacan manchas de lápiz de labios y otros cosméticos, manteca, aceite, sebo, etc.
Celulasas	Carezyme <sup>®</sup> , Endolase <sup>®</sup> ,	Exo y endo celulasas que rompen uniones glicosídicas de la celulosa.	Eliminan “bolitas” de celulosa y partículas de tierra, realzan los colores

Observación: las manchas pueden estar constituidas por proteínas, almidón y otros carbohidratos, ácidos grasos y lípidos, sales inorgánicas, arcillas y pigmentos.

## 1.8. UNA INDUSTRIA MODERNA Y COMPETITIVA

La industria de sistemas de limpieza absorbe los dos tercios del mercado mundial de enzimas, estimado en U\$S 980 millones en 2002. Como la industria tiende a fabricar productos más compactos que limpien a temperaturas más bajas (10 - 20° C), se calcula que la importancia de las enzimas crecerá en los próximos años. También se espera que otras enzimas puedan ser incorporadas, como las oxidasas o peroxidasas, reemplazando a los perboratos en sus funciones blanqueadoras.

Las enzimas tienen cualidades interesantes: son eficientes, se necesitan cantidades ínfimas y son biodegradables. La prospección de microorganismos en ambientes extremos de alcalinidad y temperatura podrá revelar la existencia de biocatalizadores interesantes para la industria. Por otro lado, la biotecnología moderna ofrece herramientas poderosas para el

mejoramiento de las cepas o de sus productos enzimáticos: estudios genómicos y metagenómicos, ingeniería genética e ingeniería de proteínas.

Detrás de cada caja o paquete del supermercado hay una industria muy competitiva que produce 20 millones de toneladas de sistemas para lavar la ropa. Esta industria, que en los Estados Unidos saca un producto nuevo cada seis meses, trabaja con tecnologías de punta y está en manos de empresas multinacionales poderosas como Procter & Gamble (ACE, Ariel, Rindex), Unilever (ALA, SKIP, OMO), etc.

En América Latina se consumen 4,3 Kg de productos para lavar la ropa por habitante y por año, comparados con 5,5Kg en los Estados Unidos y 8,4Kg en Europa. Esos números sugieren que en los próximos años nuestro consumo va a aumentar. Acostumbremos a leer las etiquetas y analizar los productos que nos ofrecen.



## 2. ACTIVIDADES PRÁCTICAS - GUÍA DEL DOCENTE

### 2.1. TRABAJAR CON LO COTIDIANO

Este tema nos brinda la posibilidad de descubrir junto con nuestros alumnos que un producto comercial de uso cotidiano es el resultado del desarrollo científico y tecnológico en un contexto social determinado, con derivaciones para el medio ambiente.

La primera propuesta es investigar las características de los productos que hay en el estante del supermercado. De entrada se ve que hay muchos productos y pocos fabricantes. Los mayores tienen varias marcas que difieren por el peso, la presentación (en polvo, líquidos, super-concentrados) y la composición (con y sin enzimas). Estas marcas contemplan a los diferentes segmentos del mercado, en función de sus necesidades (ropa de bebés, ropa de color, ropa muy manchada, etc.) y fundamentalmente del precio. Vale la pena comparar la composición de dichos productos.

Si bien en algunos productos consta la presencia genérica de enzimas, en el embalaje no consta ninguna especificación adicional. Sin embargo, hay experiencias simples que permiten identificar la presencia de los diferentes tipos de enzimas, así como comparar la eficiencia de los productos con y sin enzimas en la remoción de manchas orgánicas.

Los experimentos presentados fueron realizados con productos con enzimas (OMO, Ariel, Enzimax) y sin enzimas (Pop, Surf), comprados en Brasil y Argentina. Según nuestros resultados, tanto OMO como Ariel y Enzimax tienen proteasas, pero sólo Ariel tiene también lipasas y celulasas. Los datos obtenidos con Ariel y OMO coinciden con la información disponible en la Web, ofrecida por sus respectivos fabricantes.

Recomendamos evitar que la clase se transforme en un ejercicio de fiscalización, dejando claro para los alumnos que obtener un resultado negativo no significa que “el producto no tiene la enzima X” sino que “nuestro estudio no detectó la presencia de la enzima X en el producto”.

### 2.2. IDENTIFICANDO ENZIMAS EN LOS PRODUCTOS PARA LAVAR LA ROPA

Las enzimas suelen detectarse por ensayos de difusión en placas de Petri con agar y usando los sustratos correspondientes. La técnica, que requiere de una manipulación en el laboratorio y algunos materiales, puede ser bajada de Internet (Thiel T., 1999). Pero hay otros tests útiles para identificar cuáles son las enzimas presentes en un producto para el lavado de ropa.

Las Actividades 1 a 4 muestran cómo detectar proteasas, celulasas, amilasas y lipasas. Los experimentos se realizan con cucharitas y vasos plásticos, que pueden ser reemplazados por frascos de vidrio y botellas de plástico cortadas. Las medidas se hacen con los elementos habitualmente usados en la cocina.

En algunas de las experiencias se añade el producto directamente sobre el sustrato, un procedimiento que se aplica a proteasas, celulasas y amilasas. Para identificar las lipasas, se usa una solución previamente decantada o filtrada.

Los tiempos indicados son aproximados, ya que dependen de la temperatura ambiente, de modo que cada uno deberá adaptar los experimentos a las condiciones locales. Los controles son indispensables.

### 2.2.1. PROTEASAS

Las proteasas se han utilizado durante muchos años para recuperar las sales de plata de la gelatina que recubre las películas fotográficas. Siguiendo un camino inverso, se puede investigar la presencia de proteasas con los pedacitos del inicio y del final de un film, que son las partes que fueron expuestas a la luz al colocar y retirar el rollo. Después del revelado, esas partes quedan negras pero se vuelven transparentes en una solución con proteasas, porque éstas digieren a la gelatina. Con la llegada de las cámaras digitales, estos tests se volvieron menos populares porque es difícil conseguir pedazos de película velada.

Otra alternativa es usar gelatina alimenticia, un derivado del colágeno con 84-90% de proteína. La gelatina forma un coloide cuando se la disuelve en agua caliente, solidifica en la heladera o en un ambiente frío, y se derrite a temperaturas un poco más bajas que la del cuerpo humano (27-28 ° C). Es preferible usar gelatina incolora porque las proteasas de los productos de lavado trabajan en medio alcalino, y las versiones coloreadas de sabores diferentes contienen aditivos acidificantes que pueden llegar a alterar el pH.

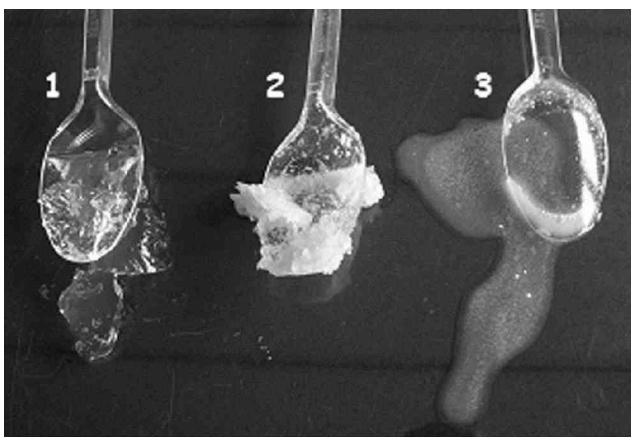
El procedimiento de la Actividad 1: ¿Qué producto tiene proteasa? No presenta mayores dificultades. La gelatina se prepara como lo indica el fabricante (un paquete de 12 g en 0,5 litros de agua o 1 cuchara de té en 100 ml de agua). El producto se mezcla con la gelatina aún líquida. En el control, se reemplaza el producto por agua. El experimento se incuba en un lugar tibio y se transfiere al frío entre dos y 24 horas más tarde.

Si la gelatina no solidifica, el producto contiene proteasa. Si solidifica, el resultado es ambiguo: el producto no tiene proteasas o simplemente no las detectamos (debido a tiempo de incubación insuficiente, por ejemplo).

Como las proteasas son las enzimas más frecuentes en los productos para el lavado de ropa es de esperar que, en mayor o menor tiempo, un producto con enzimas dé un resultado positivo (Figura 6). Un buen indicio de la presencia de proteasas en el jabón en polvo es si en la etiqueta se desaconseja el uso del producto con lana y seda.

*Figura 6: Reconocimiento de la presencia de proteasas por digestión de la gelatina*

(1 = Control, 2 = Producto sin enzimas, 3 = Producto con enzimas)



La gelatina solidifica normalmente en 1 y 2, pero permanece líquida en 3 indicando la presencia de proteasas en el producto.

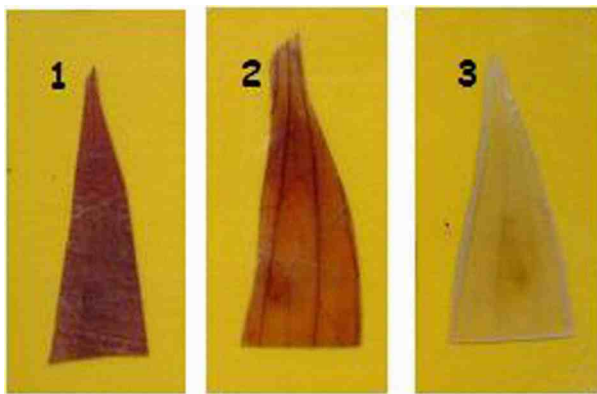
### 2.2.2. CELULASAS

No todos los productos con enzimas tienen celulasas, por eso conviene ensayar varios. El mejor experimento es el descrito por P. Keusch, que también puede ser bajado de Internet. Lo adoptamos en la Actividad 2: ¿Qué producto tiene celulasas?

El material utilizado es la cáscara de una cebolla, cortada en pedazos de igual tamaño, que se colocan en agua, en un producto sin enzimas y en diferentes productos con enzimas.

El pigmento de las células de cebolla se difunde parcialmente en el agua, dándole un tono amarillento. En un producto sin enzimas la cáscara se aclara un poco, un resultado que puede explicarse por la acción de los agentes blanqueadores sobre las capas celulares superficiales. En presencia de celulasas que degradan la pared celular, los agentes blanqueadores dejarán la cáscara totalmente sin color (Figura 7).

*Figura 7: Reconocimiento de la presencia de celulasas por digestión de la celulosa (1 = Agua, 2 = Producto sin enzimas, 3 = Producto con enzimas).*



En 1 y 2 se observa que la cáscara conserva el color, mientras que en 3 lo perdió totalmente, revelando así la presencia de celulasas.

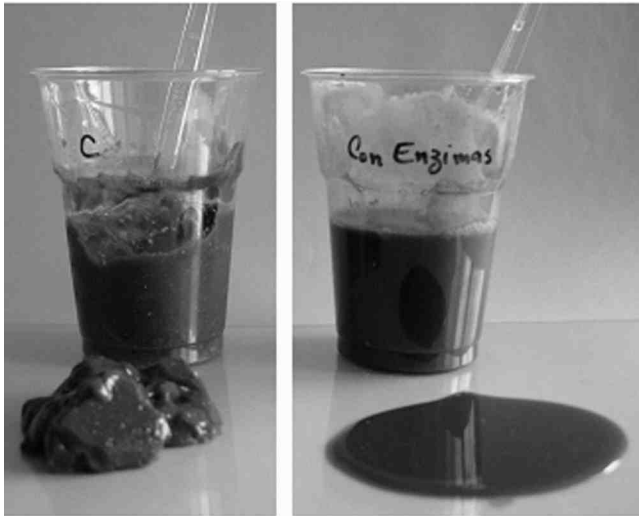
### 2.2.3. AMILASAS

Al igual que lo que ocurre con las celulasas, no todos los productos tienen amilasas, por eso conviene ensayar varios. Uno de los experimentos más sencillos y llamativos también es de P. Keusch, y puede ser bajado de Internet. Lo adoptamos en la Actividad 3: ¿Qué producto tiene amilasas?

Se prepara un postre a base de almidón como lo indica el fabricante. Una vez retirado del fuego se lo divide en 4 partes iguales. Mezclando muy bien, al primero se le agrega arena lavada y seca, al segundo 1 cucharada de sopa de un producto sin enzimas y a los restantes una cantidad igual de diferentes productos con enzimas.

Se formará una película tanto en el postre con arena como en el que se haya mezclado un producto sin enzimas, o sin amilasas. Sin embargo, la consistencia de éstos será más parecida a la de una "mousse", debido a la retención de espuma. La porción que haya recibido un producto con amilasas permanecerá líquido, porque la amilasa digiere el almidón (Figura 8).

*Figura 8:* Reconocimiento de la presencia de amilasas por digestión del almidón (A la izquierda, control; a la derecha, producto con enzimas)



El postre control solidifica al enfriar, el postre con el producto que contiene amilasa permanece líquido.

#### 2.2.4. LIPASAS

La digestión enzimática de los lípidos libera ácidos grasos que disminuyen el pH del medio. La forma más sencilla de detectar la presencia de una lipasa es observando el aumento de la acidez del medio, como presentamos en la Actividad 4: ¿Qué producto tiene lipasas?

Se mezcla crema de leche con el sobrenadante de una solución del producto a ensayar, a fin de evitar el exceso de otros componentes alcalinizadores. La disminución del pH se acompaña con fenolftaleína, un indicador que es fucsia para valores de pH mayores a 10 e incoloro para valores menores a 8,2. (Figura 9).

*Figura 9:* Reconocimiento de la presencia de lipasas por digestión de crema de leche (A la izquierda, control; a la derecha, producto con enzimas)



La pérdida de color de la fenolftaleína indica la acidificación del medio por acción de las lipasas del producto; el control mantiene el color inicial.

## 2.3. EVALUANDO EL DESEMPEÑO DE LOS PRODUCTOS PARA LAVAR ROPA

En la industria hay un procedimiento estándar para evaluar el efecto de la inclusión de una enzima en un producto destinado al lavado de ropa. Las muestras de tela manchadas con algunas de las sustancias habituales (huevo, tomate, aceite) se separan en dos grupos, uno de ellos será lavado con un producto sin enzimas y el otro con el mismo producto pero con la enzima correspondiente. Para eliminar la subjetividad de las observaciones directas, se evalúa el resultado mediante un parámetro físico, denominado reflectancia, que se mide por espectrofotometría. La eficiencia entre los diferentes tratamientos (con y sin enzima) se expresa como la diferencia entre las reflectancias obtenidas en ambos casos.

Obviamente, no vamos a reproducir el método tal cual en el ámbito educativo. Sin embargo, es posible realizar ensayos análogos en los que se evalúen los resultados por observación directa. A pesar de su simplicidad, pueden realizarse experiencias extremadamente versátiles y motivadoras, como las propuestas en las actividades siguientes.

De un modo general, hay que tener muy en cuenta que los resultados no son absolutos. Si hoy el producto más eficaz es X, en un mes el competidor Y podrá superarlo, en función de un cambio en su composición. Más importante que determinar “cuál es mejor” es cómo hacerlo: el método es más importante que las conclusiones.

Cuánto de la remoción de una mancha debe adjudicarse a las enzimas, se desprende de la Actividad 5: ¿Las enzimas sacan las manchas? En la Actividad 6: ¿Qué producto es el más eficiente?, se compara la eficiencia de diferentes productos con enzimas en la remoción de manchas. Finalmente, la Actividad 7: ¿Cómo mejorar la eficiencia de un producto? analiza cómo modificaciones en las condiciones del lavado inciden en la remoción de manchas.

En las tres actividades hay algunos aspectos de índole general que merecen un poco de atención:

Producto: pensar en comparar un producto con enzimas y otro sin ellas del mismo fabricante, o productos con enzimas de diversos fabricantes. El control de un producto biológico puede ser el mismo producto hervido durante 1 hora para desnaturalizar las enzimas.

Tela: mientras sea blanca, cualquiera sirve, inclusive una funda de almohada o una sábana vieja. Las muestras pueden ser de 10 x 20 cm, o aún más pequeñas.

Manchas: salsa de tomate, huevo, bebida chocolatada, pasto, tierra, lápiz labial en un poquito de aceite, etc. Si se hacen con molde y pincel salen prácticamente iguales (Figura 10).

Concentración: 1 a 4 cucharas de sopa por litro, equivalentes a 0,5 % m/v. Como este valor es bastante más alto que el recomendado por los fabricantes, el exceso de polvo puede depositarse y manchar las muestras. Esto se evita dejando decantar la solución y usando el sobrenadante.

Duración del experimento: entre 2 y 24 horas, según lo que resulte más conveniente para el plan de trabajo.

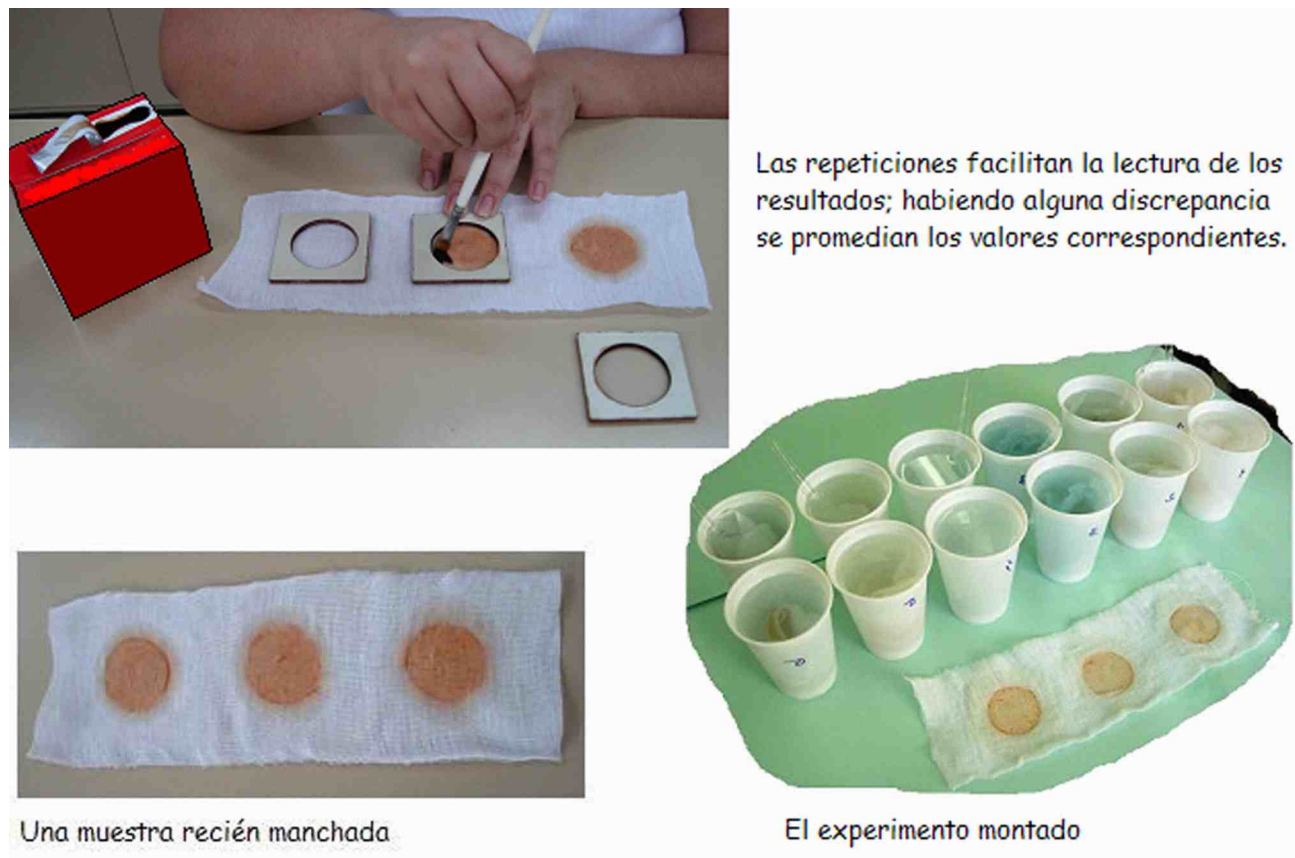
Temperatura: ambiente. Aunque es interesante, resulta complicado trabajar con temperaturas diferentes sin las instalaciones apropiadas.

Agitación: en general, revolver 10 veces al iniciar y al terminar el tiempo de incubación es suficiente.

Enjuagues: la mejor manera es sin restregar, llenando y vaciando el recipiente 20 veces hasta eliminar totalmente el producto. No conviene agarrar las muestras con las manos hasta que estén bien enjuagadas, porque las enzimas pueden causar alergias. Si se prefiere enjuagar dejando caer el agua de la canilla hay que usar guantes o una bolsa de plástico como protección.

Secado: a la sombra, porque el sol y las luces fuertes alteran los pigmentos, dando falsos resultados.

Figura 10: Cómo manchar las muestras y montar un experimento



Una muestra recién manchada

El experimento montado

En las tres actividades se evalúa el resultado por observación directa. Siempre que haya varios grupos trabajando con el mismo tipo de mancha, la clasificación se hará con las muestras de todos. Si el criterio utilizado en la clasificación es el mismo para todas las muestras, los resultados son comparables.

Como se indica en la Tabla 4, a cada mancha se le adjudicará un puntaje entre 0 y 5. Los valores extremos corresponderán, a la muestra sin manchar (0) y manchada sin ningún tratamiento (5).

Tabla 4: Escala utilizada para evaluar la intensidad de las manchas en las muestras.

Puntaje	Característica de la mancha
5	Control positivo. Es la muestra con la mancha tal cual.
4	Muy visible
3	Medianamente visible
2	Poco visible
1	Apenas visible
0	Control negativo. Es la muestra sin manchar.

Hay dos factores que dificultan la interpretación de los resultados. El primero es la composición química compleja de las manchas: el huevo contiene proteínas y lípidos, la salsa de tomate tiene proteínas, almidón y lípidos. El segundo es que en los productos para el lavado de ropa hay oxidantes que no eliminan la mancha pero le sacan el color.

es el caso del té, del café, del vino y de la fruta. De modo que hay que observar los resultados con mucho cuidado porque aunque a primera vista una muestra parezca limpia, la mancha puede estar allí.

Finalmente, es indispensable tener muy claro antes de comenzar cualquier actividad, cuál es la variable que se quiere estudiar o, en otras palabras, cuál es la pregunta que se quiere responder. Debe destacarse la importancia de la planificación y organización de los experimentos, y la responsabilidad de cada uno y de todos en el logro de algún resultado concluyente.

### 2.3.1. LA IMPORTANCIA DE LAS ENZIMAS EN LA REMOCIÓN DE LAS MANCHAS

La importancia de la inclusión de enzimas para remover las manchas es analizada en la Actividad 5: ¿Las enzimas sacan las manchas? Se comparan dos sistemas, uno con enzimas y otro sin ellas. Si bien este último podría ser el correspondiente “sin enzimas” del mismo fabricante, es mucho más impactante usar el producto con enzimas hervido durante una hora, de modo de eliminar la actividad de las enzimas. Al elegir el producto se debe prever que no siempre es el líder de ventas quien tiene mayor cantidad y variedad de enzimas. Un cuidado práctico importante es completar el volumen de agua evaporada al hervir, de modo que las concentraciones de los productos sean iguales.

Habiendo varios grupos de alumnos se aumenta el número de muestras (3 x grupo, los controles pueden ser los mismos). Si cada grupo identifica sus muestras haciendo una muesca que permita su identificación, pueden ponerse todas juntas en el recipiente sin necesidad de aumentar el material del trabajo práctico.

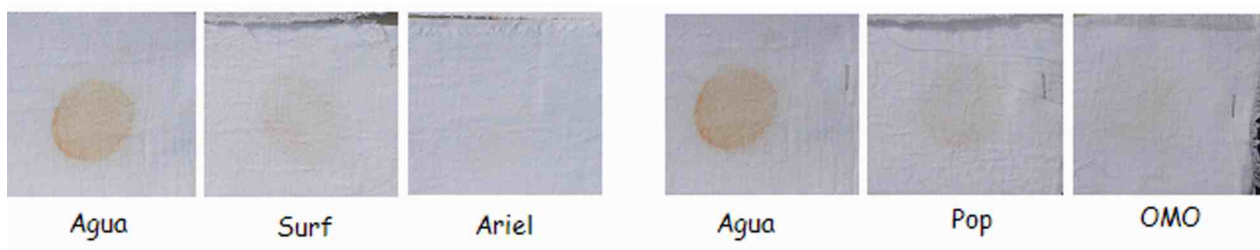
Ejemplo: Se realizó la experiencia con muestras manchadas con salsa de tomate, se dejaron en remojo durante 4 horas, y se obtuvieron los resultados de la Figura 11. La presencia de enzimas es significativa en la remoción de las manchas.

*Figura 11: Resultados del experimento basado en la Actividad 5.*

A. Con Ariel y Ariel hervido.



B. Con Ariel y OMO, utilizando como controles productos sin enzimas de los mismos fabricantes.



### 2.3.2. COMPARANDO LA EFICIENCIA DE VARIOS PRODUCTOS

Comparar la eficiencia de varios productos en la remoción de manchas diferentes es el objetivo de la Actividad 6: ¿Cuál es el producto más eficiente? Las muestras con manchas de tres tipos se tratan con diferentes productos con enzimas. Como control se elegirá agua o un producto sin enzimas que goce de alguna popularidad.

Para evitar la subjetividad inducida por las propagandas comerciales es útil preparar de antemano las soluciones, rotulándolas como A, B, C, etc., sin revelar "quién es quién" hasta terminar el estudio. Los ensayos ciegos suelen dar resultados sorprendentes.

Como en la actividad anterior, si hay varios grupos de alumnos se puede aumentar el número de muestras (3 x grupo, los controles pueden ser los mismos). Al hacerlas identificables, las muestras pueden ponerse todas juntas en el recipiente, sin necesidad de aumentar el material del trabajo práctico.

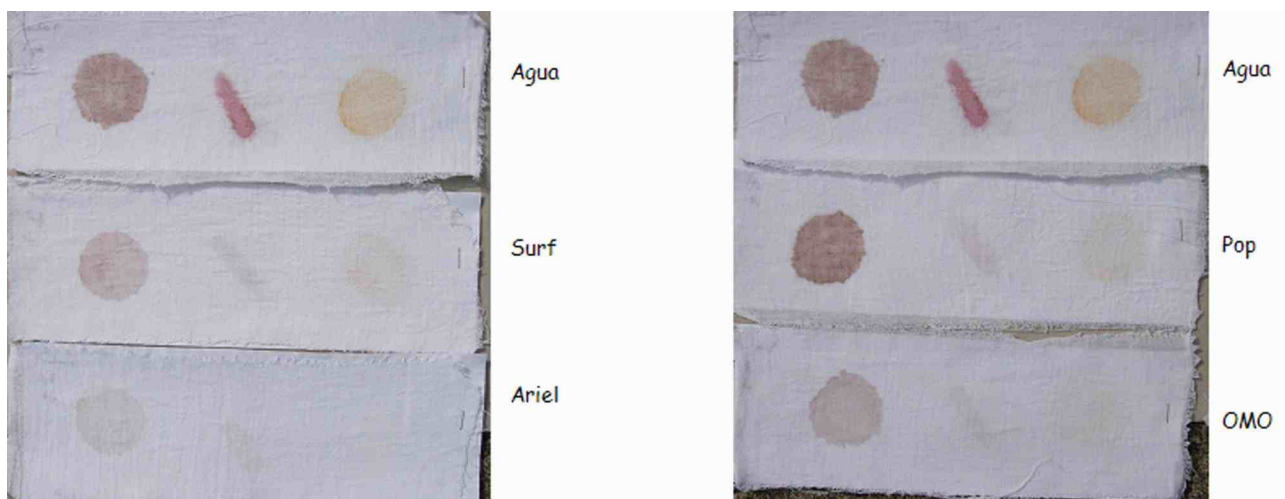
Se promediarán los resultados de todos los grupos en relación al mismo tipo de mancha tratada con el mismo producto, siempre y cuando todas las otras variables sean iguales: concentración del producto, tiempo de incubación, temperatura, agitación, número de enjuagues y secado.

Ejemplo: Se realizó la experiencia con muestras manchadas con varias sustancias (bebida chocolatada, lápiz de labios y salsa de tomate), se dejaron en remojo durante 4 horas, y se obtuvieron los resultados siguientes, fotografiados en la Figura 12 a.

TRATAMIENTO	BEBIDA CHOCOLATADA	LÁPIZ DE LABIOS	SALSA DE TOMATE
AGUA	4	4	4
OMO	3	2	2
ARIEL	2	2	1
ENZIMAX	2	2	1,5

En las condiciones del experimento, ningún producto eliminó las manchas de bebida chocolatada y lápiz de labios. Sin embargo, Ariel y Enzimax fueron los más eficientes para la salsa de tomate.

Figura 12: Resultados del experimento basado en la Actividad 6.





### 2.3.3. LAS VARIABLES DEL EXPERIMENTO

Una modificación de las condiciones en las que se realizan el experimento puede alterar su resultado. Este es el tema de la Actividad 7: ¿Cómo mejorar la eficiencia de un producto? La clave es el tiempo que se deja la ropa manchada en remojo cuando se desea tratarla con un producto con enzimas. El control será agua o un producto sin enzimas, preferentemente del mismo fabricante.

Como se señaló anteriormente para las actividades 5 y 6, el aumento del número de grupos no significa multiplicar todo el material.

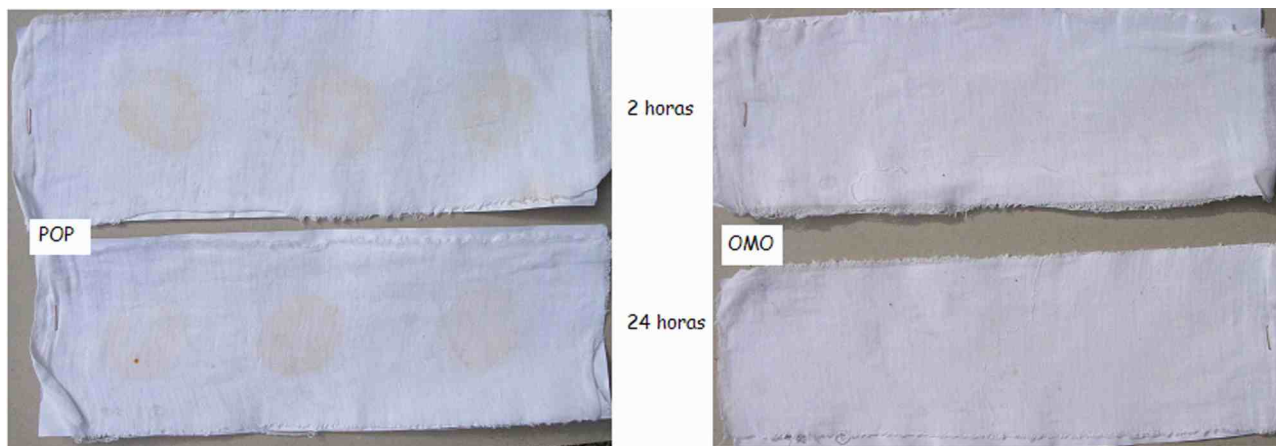
Ejemplo: Se realizó la experiencia con muestras manchadas con salsa de tomate en remojo durante 2 o 24 horas, y se obtuvieron los resultados siguientes, fotografiados en la Figura 13.

PRODUCTO SIN ENZIMAS	PUNTAJE
2 horas de remojo	3,0
24 horas de remojo	2,0

PRODUCTO CON ENZIMAS	PUNTAJE
2 horas de remojo	1,0
24 horas de remojo	1,0

En las condiciones del experimento, el aumento del tiempo de remojo mejoró ligeramente el desempeño de ambos productos.

Figura 13: Resultados del experimento basado en la Actividad 7.



De los otros factores que inciden en el desempeño de un producto, los más interesantes tal vez sean la temperatura y la concentración del producto. A partir de estos protocolos es posible elaborar otros proyectos de investigación en los que el docente y los alumnos diseñen un plan de trabajo en conjunto.

**¡BUENA SUERTE!**

### 3. AGRADECIMIENTOS

A Roberta Garcia, técnica en Biotecnología, por su ayuda en el montaje de los experimentos y la producción de las fotografías.

### 4. BIBLIOGRAFÍA

ARGENBIO. Enzimas que limpian la ropa. El Cuaderno de PorquéBiotecnología Edición n0 73, 2005.  
[http://www.porquebiotecnologia.com.ar/educacion/cuaderno/h\\_cuaderno.asp](http://www.porquebiotecnologia.com.ar/educacion/cuaderno/h_cuaderno.asp)

ASSOCIATION SUISSE DES COSMÉTIQUES ET DES DETERGENTS. Les enzymes dans la technologie des détergents.  
<http://www.skw-cds.ch/dokumente/pub673229943200615125415.pdf> -

BIOTECHNOLOGY AND BIOLOGICAL SCIENCES RESEARCH COUNCIL. Enzymes Explained, 1995.

CAÑAMERO A. Jabones y Detergentes. El Rincón de la Ciencia, n 17, Julio 2002.  
<http://centros5.pntic.mec.es/ies.victoria.kent/Rincon-C/Curiosid/RC-46/Rc-46.htm>

CHAPLIN C. Enzyme Technology.  
<http://www.lsbu.ac.uk/biology/enztech/>

CHEMISTRY IN ACTION Issue 45 : What's in a modern detergent, 1996.  
[http://www.ul.ie/~childsp/CinA/Issue45/what\\_in\\_deterg.htm](http://www.ul.ie/~childsp/CinA/Issue45/what_in_deterg.htm)

CIENCIANET. ¿Que hay en un detergente? .  
<http://ciencianet.com/detergente.html>

CONSUMER EROSKI. Análisis de productos. No todos lavan igual.  
<http://revista.consumer.es/web/es/19980201/actualidad/analisis2/?print=true>

DANIEL R.M. et al. The Denaturation and degradation of stable enzymes at high temperatures. Biochem.J 317, 1996.  
<http://www.biochemj.org/bj/317/bj3170001.htm>

EL RINCÓN DEL VAGO. Detergentes y jabones en el medio ambiente.  
<http://html.rincondelvago.com/detergentes-y-jabones-en-el-medio-ambiente.html>

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Detergents.  
[http://www.epa.nsw.gov.au/small\\_business/car\\_yards/detergents.htm](http://www.epa.nsw.gov.au/small_business/car_yards/detergents.htm)

EUROPABIO, THE EUROPEAN ASSOCIATION FOR BIOINDUSTRIAS. What are enzymes? .  
[http://www.europabio.org/pages/module\\_14.asp](http://www.europabio.org/pages/module_14.asp)

GUPTA R. et al. Bacterial alkaline proteases: molecular approaches. and industrial applications. Appl. Microbiol. Biotechnology 59, 2002.  
<http://www.springerlink.com/index/5AV6RNTK59EBTUV2.pdf> -

JIMTRADE,COM. Golden Wave in detergents.  
<http://articles.jimtrade.com/1/59.htm>

KEUSH P. Organic Chemistry Demonstration Experiments on Vídeo Chemistry Visualized.  
[http://www.uni-regensburg.de/Fakultaeten/nat\\_Fak\\_IV/Organische\\_Chemie/Didaktik/Keusch/D-Video-e.htm](http://www.uni-regensburg.de/Fakultaeten/nat_Fak_IV/Organische_Chemie/Didaktik/Keusch/D-Video-e.htm)

KIEFER D.M. The Tide turns for soap. Today's Chemist at work vol5:9, American Chemical Society, 1996.  
<http://www.knology.net/~byrdland/soap.html>

KIWI WEB. Development of the Detergent Industry.  
<http://www.chemistry.co.nz/introduction.htm>

LE MAGAZINE PROCHE DE VOUS. Histoire de marque: En 1967, Procter & Gamble lance Ariel.  
[http://www.prochedevous-enligne.com/archives/pageid\\_35\\_type\\_article\\_numero\\_51.htm](http://www.prochedevous-enligne.com/archives/pageid_35_type_article_numero_51.htm)

MALAJOVICH M.A.M. Biotecnología. Buenos Aires, Ed. Universidad Nacional de Quilmes, 2007.

MC DONALD A. & M. O'HARE. Enzyme labs using jello, 1991.  
<http://www.accessexcellence.org/AE/AEPC/WWC/1991/enzymes.html>

MICROBES IN ACTION/ SCIENCE IN THE REAL WORLD/ Coming clean with enzymes/ A microbial enzyme laboratory.  
<http://www.umsl.edu/~microbes/pdf/Coming%20Clean%20With%20Enzymes.pdf>

MILLAR S.B. Simple Enzymes experiments. 1992.  
<http://www.zoo.utoronto.ca/able/volumes/vol-6/10-miller.pdf>

NARDILLO-RATAJ V. et al. Les lessives en poudre: un siècle pour éliminer les taches. L'Actualité Chimique n 262, 2003.  
[http://www.lactualitechimique.org/larevue\\_article.php?cle=522](http://www.lactualitechimique.org/larevue_article.php?cle=522)

NATURAL HISTORY MUSEUM. Phosphates, builders and laundry detergents.  
<http://www.nhm.ac.uk/research-curation/projects/phosphate-recovery/pfile13.htm>

NOVO NORDISK. A história da Novo Nordisk.  
[http://www.novonordisk.pt/documents/article\\_page/document/6\\_parte.asp](http://www.novonordisk.pt/documents/article_page/document/6_parte.asp)

NOVOZYMES. Enzymes at work.  
<http://www.novozymes.com/en/MainStructure/PressAndPublications/Brochures/Brochures+about+enzymes/>

PROCTER&GAMBLE. Science in the Box.  
[http://www.scienceinthebox.com/es\\_ES/main/index\\_es.html](http://www.scienceinthebox.com/es_ES/main/index_es.html)

REVISTA OPCIONES. Los Detergentes, 2002.  
<http://www.opcions.org/cast/articulos/detergentes.html>

THE CHEMICAL HERITAGE FOUNDATION. Digestion of lipids by lipase.  
<http://www.chemheritage.org>

THE SOAP AND DETERGENT ASSOCIATION  
<http://www.cleaning101.com/about/index.cfm>

UNILEVER  
[http://www.unilever.com/Images/sunlight\\_soap\\_tcm13-6176.jpg](http://www.unilever.com/Images/sunlight_soap_tcm13-6176.jpg)  
<http://www.unilever.com/ourbrands/aroundthehouse/articles/UNILEVER>

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. Aplicações de enzimas em produtos de limpeza.  
[http://www.enq.ufsc.br/labs/probio/disc\\_eng\\_bioq/trabalhos\\_grad2004/detergente/enzimas\\_produtos\\_limpeza.htm](http://www.enq.ufsc.br/labs/probio/disc_eng_bioq/trabalhos_grad2004/detergente/enzimas_produtos_limpeza.htm)

ZAGO NETO O.G. Trabalhando a química dos sabões e detergentes.  
<http://www.iq.ufrgs.br/aeq/html/publicacoes/matdid/livros/pdf/sabao.pdf>

## 5. GUÍAS DEL ALUMNO







# A1. ¿QUÉ PRODUCTO TIENE PROTEASAS?

Los productos para el lavado de ropa que se compran en almacenes y supermercados tienen su composición detallada en el embalaje. Algunos llevan enzimas, otros no. Entre las enzimas que pueden estar presentes están las proteasas, que fragmentan las proteínas que pigmentan algunas manchas, facilitando su remoción.

¿Cómo identificar cuáles son los productos que tienen proteasas? Observando si al mezclarlas con una proteína como la gelatina, ésta pierde su capacidad de formar un gel. ¿Por qué?

## MATERIAL

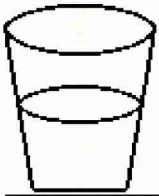
Para 4 ensayos: 1 sobre de gelatina sin sabor, 5 vasos y 5 cucharas de plástico, agua, 4 productos para el lavado de ropa, uno sin enzimas y tres con enzimas, 1 marcador. Prever el acceso a una cocina para preparar la gelatina.

## PROCEDIMIENTO

1


Preparar la gelatina como lo recomienda el fabricante

Distribuir 100 mL en cada vaso



2

Agregar 1 cucharada de sopa de agua en el vaso C (Control) y la misma cantidad del producto correspondiente en los otros vasos



Incubar algunas horas en un lugar tibio

3

Enfriar para que la gelatina pueda solidificar

Indicar con cual producto se obtuvo el resultado a seguir:

La gelatina solidificó

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

La gelatina no solidificó

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

4

¿Cuál de los productos tiene proteasas?

## RESULTADOS

¿Cuáles son las conclusiones de esta investigación?

---

---

---

---

---

---

---

## DISCUSIÓN

Algunos productos tienen proteasas, otros no. Sabiendo cuál es la acción de estas enzimas, analizar la propaganda de los productos ensayados y discutir si el contenido está de acuerdo con la presencia de proteasas.



## A2. ¿QUÉ PRODUCTO TIENE CELULASAS?


Los productos para el lavado de ropa que se compran en almacenes y supermercados tienen su composición detallada en el embalaje. Algunos llevan enzimas, otros no. Entre las enzimas que pueden estar presentes están las celulasas, cuya acción elimina las "bolitas", suaviza las prendas y realza los colores. ¿Cómo identificar entre los productos con enzimas aquellos que contienen celulasas en su formulación? Observando si la cáscara de cebolla pierde el color en una solución del producto. ¿Por qué?

### MATERIAL

Para 3 ensayos: 1 cebolla, 1 tijera, 4 vasos y 4 cucharas de plástico, agua, 3 productos para el lavado de ropas, uno sin enzimas y los dos restantes con enzimas, 1 marcador.

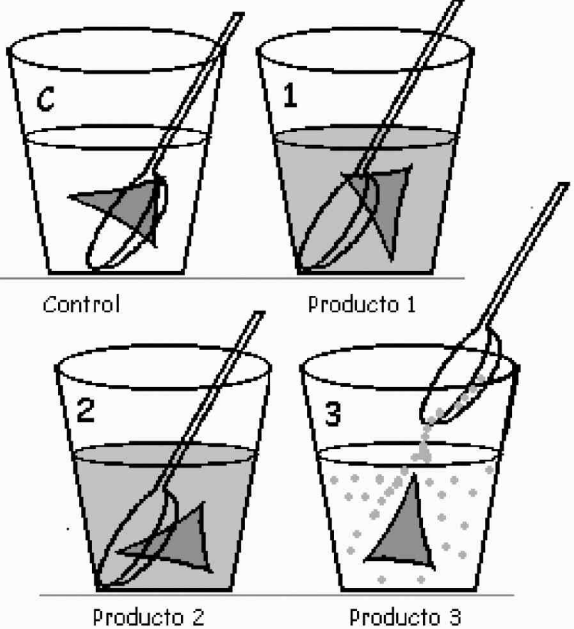
### PROCEDIMIENTO

**1** Cortar la cáscara de una cebolla en pedazos aproximadamente iguales



**2** Colocar un pedazo de cáscara y 100 mL de agua en cada vaso.

Agregar una cuchara sopera de agua en el control y una del producto correspondiente en los demás vasos




Control                      Producto 1

Producto 2                      Producto 3


Incubar a temperatura ambiente.

**3** Indicar con cual producto se obtuvo el resultado a seguir:




C	1	2	3
---	---	---	---

  
No hubo cambio de color



C	1	2	3
---	---	---	---

  
La muestra está algo más clara



C	1	2	3
---	---	---	---

  
La muestra perdió el color

**4** ¿Cuál de los productos contiene celulasas?



## RESULTADOS

¿Cuáles son las conclusiones de esta investigación?

---

---

---

---

---

---

---

## DISCUSIÓN

Algunos productos tienen celulasas, otros no. Sabiendo cuál es la acción de estas enzimas, analizar la propaganda de los productos ensayados y discutir si el contenido está de acuerdo con la presencia de celulasas.



## A3. ¿QUÉ PRODUCTO TIENE AMILASAS?

Los productos para el lavado de ropa que se compran en almacenes y supermercados tienen su composición detallada en el embalaje. Algunos llevan enzimas, otros no. Entre las enzimas que pueden estar presentes están las amilasas que al fragmentar el almidón de postres y salsas facilitan la remoción de las manchas correspondientes. ¿Cómo reconocer la presencia de amilasas en un producto? Observando si al mezclarlo con un postre a base de almidón, éste pierde su capacidad de espesar. ¿Por qué?

### MATERIAL

Para 3 ensayos: 1 caja de polvo para preparar postre (vainilla, frutilla o chocolate), 4 vasos y 4 cucharas de plástico, arena lavada y seca, 3 productos para el lavado de ropa, uno sin enzimas y los dos restantes con enzimas, 1 marcador. Prever el acceso a una cocina para preparar el postre.

### PROCEDIMIENTO

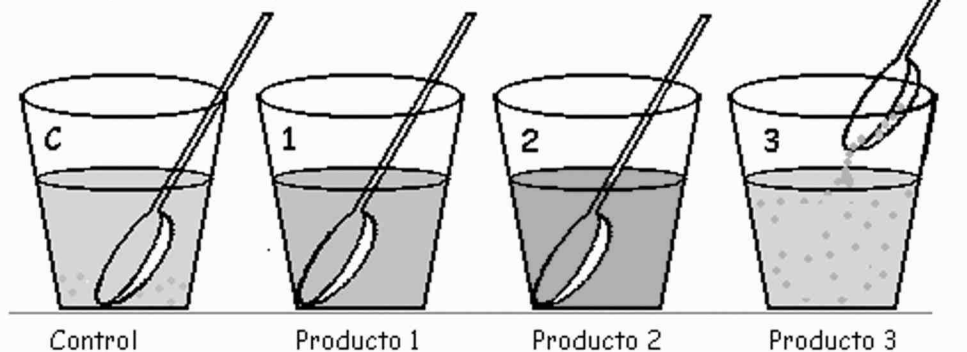
1

Preparar el postre, siguiendo el procedimiento indicado por el fabricante

Distribuir 100 mL en cada vaso

2

Colocar una cuchara sopera de arena en el control y una cantidad equivalente del producto correspondiente en los vasos restantes

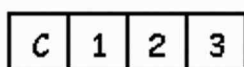


Mezclar muy bien e incubar unas horas a temperatura ambiente.

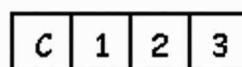
3

Enfriar el postre para que quede firme

Indicar con cual producto se obtuvieron los siguientes resultados:



El postre quedó firme



El postre no quedó firme



4

¿Cuál de los productos tiene amilasas?

## RESULTADOS

¿Cuáles son las conclusiones de esta investigación?

---

---

---

---

---

---

---

---

## DISCUSIÓN

Algunos productos tienen amilasas, otros no. Sabiendo cual es la acción de estas enzimas, analizar la propaganda de los productos ensayados y discutir si el contenido está de acuerdo con la presencia de amilasas.



## A4. ¿QUÉ PRODUCTO TIENE LIPASAS?

Los productos para el lavado de ropa que se compran en almacenes y supermercados tienen su composición detallada en el embalaje. Algunos llevan enzimas, otros no. Entre las enzimas que pueden estar presentes están las lipasas que al fragmentar los lípidos en una reacción que libera ácidos grasos, facilitan la remoción de las manchas correspondientes. ¿Cómo reconocer la presencia de lipasas en un producto? Observando si al mezclarlo con crema se produce un aumento de la acidez, visualizado mediante el cambio de coloración de un indicador (fenolftaleína). ¿Por qué?

### MATERIAL

Para 3 ensayos: 1 caja de crema de leche, 8 vasos y 4 cucharas de plástico, 4 productos para el lavado de ropa, uno de ellos sin enzimas y los restantes con enzimas, frasco cuenta-gotas con fenolftaleína (indicador), 1 marcador.

### PROCEDIMIENTO

1

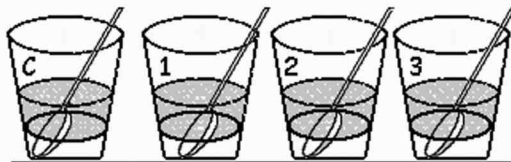
Preparar las soluciones de los productos disolviendo 3 cucharas de sopa en 100 mL de agua.



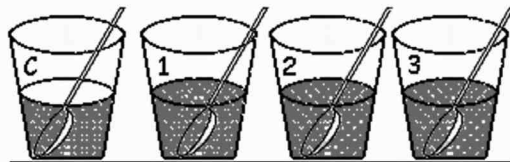
Esperar que decante para usar el sobrenadante

2

Colocar 50 mL de crema de leche en cada vaso. Añadir 50 mL del producto sin enzimas en el vaso C y en cada uno de los vasos restantes, 50 mL del producto con enzimas correspondiente. Mezclar bien.



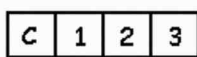
Añadir gota a gota el indicador; mezclando muy bien. parar cuando el contenido de los vasos se haya vuelto rosa.



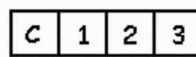
Incubar a temperatura ambiente.

3

Indicar con cual producto se obtuvo el siguiente resultado:



Hubo cambio de color



No hubo cambio de color

4

¿Cuál de los productos tiene lipasas?

## RESULTADOS

¿Cuáles son las conclusiones de esta investigación?

---

---

---

---

---

---

---

---

## DISCUSIÓN

Algunos productos tienen lipasas, otros no. Sabiendo cuál es la acción de estas enzimas y que su acción se superpone con la del tensioactivo o surfactante, analizar la propaganda de los productos ensayados y discutir si el contenido está de acuerdo con la presencia de lipasas.



## A5. ¿LAS ENZIMAS SACAN LAS MANCHAS?

Los productos para lavar la ropa tienen una composición compleja. El principal agente de limpieza es un detergente (tensioactivo aniónico), que desplaza y dispersa la suciedad. Sin embargo, hay manchas muy difíciles de sacar como las de salsas, sudor, huevo, cosméticos, tierra, etc. Para estas manchas se necesita otro tipo de tratamiento. Y esa es la función de un ejército de enzimas (proteasas, amilasas, lipasas y celulasas) que fragmentan las sustancias biológicas que les son específicas, facilitando su remoción.

En esta actividad vamos a comparar la eficiencia de dos productos (con enzimas, sin enzimas) en la remoción de manchas de salsa de tomate.

### MATERIAL

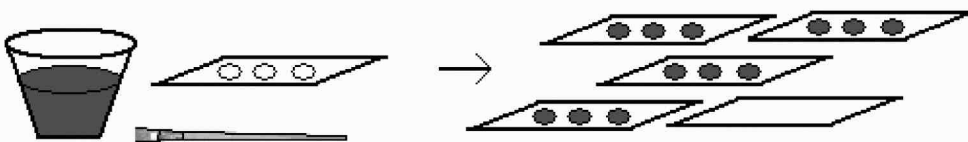
Salsa de tomate, 5 muestras de tela de algodón blanca, 1 molde y 1 pincel para hacer las manchas, 3 botellas plásticas cortadas, 3 palitos para revolver, 1 marcador, 1 hoja de papel y 1 lápiz.

Además de la preparación de la solución del producto con enzimas para el lavado de ropa, prever la del mismo producto hervido durante 1 hora, ambos en una concentración de 4 cucharas de sopa por litro.

### PROCEDIMIENTO

1

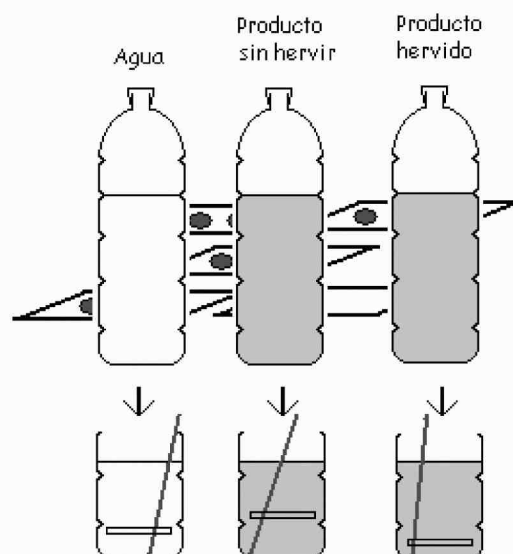
Manchar con salsa de tomate 4 de las 5 muestras de tela.  
Dejar secando a la sombra hasta la próxima clase.



Separar la muestra sin manchar y una de las manchadas (controles)

2


- Montar el experimento
- Colocar una muestra manchada en cada recipiente y revolver 20 veces
- Dejar en remojo durante \_\_\_ horas




**3** Revolver otras 20 veces antes de enjuagar,  
cambiando el agua 10 veces y sin restregar

---

**4** Retirar las muestras y secarlas a la sombra sobre un papel donde conste:  
 . el tratamiento (Agua, Producto, Producto hervido)  
 . el nombre del/de la responsable por el experimento



**5**  Evaluar la intensidad de las manchas, en una escala de 0 a 5

## RESULTADOS

1. Completar la tabla, atribuyendo a cada mancha un valor comprendido entre 0 y 5, en función de su intensidad (muestra manchada sin tratamiento o control positivo = 5; muestra sin manchar o control negativo = 0)

TRATAMIENTO	MANCHA 1	MANCHA 2	MANCHA 3	MEDIA
AGUA				
PRODUCTO C/ENZIMAS				
PRODUCTO C/ENZIMAS HERVIDO				

2. ¿Por qué hacer tres manchas en la misma muestra?

---

3. Clasificar los tratamientos en orden decreciente, según su eficiencia en quitar manchas de salsa de tomate

---

## DISCUSIÓN

¿La presencia de enzimas facilita la remoción de las manchas de salsa de tomate?



## A6. ¿CUÁL ES EL PRODUCTO MÁS EFICIENTE?

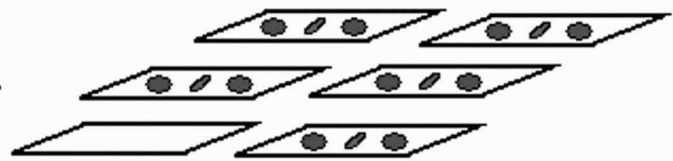
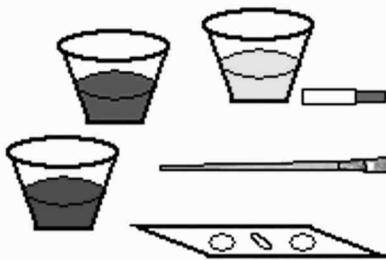
Numerosos productos para el lavado de ropa tienen enzimas. Todos prometen sacar las manchas de salsa, sudor, huevo, sangre, cosméticos, tierra, etc. Sin embargo entre ellos hay diferencias debidas al tipo y a la cantidad de enzimas que llevan. Muchos tienen proteasas, algunos también amilasas, lipasas y/o celulasas. En esta actividad vamos a comparar la eficiencia de varios productos con enzimas en la remoción de manchas de diferente origen.

### MATERIAL

Soluciones de 3 productos con enzimas para el lavado de ropa y uno sin enzimas (concentración = 4 cucharas de sopa por litro); 6 muestras de tela blanca de algodón, 1 molde y 1 pincel, 3 sustancias para manchar las muestras (salsa de tomate, huevo, tierra, bebida chocolatada o lápiz de labios), 4 botellas plásticas cortadas, 4 palitos para revolver, 1 marcador, 1 hoja de papel y 1 lápiz.

### PROCEDIMIENTO

- 1** Manchar 5 de las 6 muestras de tela con tres sustancias, siempre en el mismo orden. Dejar secar a la sombra hasta la próxima clase.



Separar la muestra manchada y una sin manchar (controles)

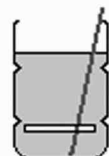
**2**

- Montar el experimento
- Colocar una muestra en cada solución y revolver 20 veces.
- Dejar en remojo durante \_\_\_\_ horas

Producto 1  
(sin enzimas)



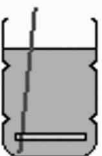
Producto 2



Producto 3



Producto 4






**3** Revolver otras 20 veces antes de enjuagar, cambiando el agua 10 veces, sin restregar

---

**4** Retirar las muestras y secarlas a la sombra sobre un papel donde conste,

- el tratamiento dado (P1, P2, P3, P4)
- el nombre del/ de la responsable por el experimento



Evaluar la intensidad de las manchas en una escala de 0 a 5.

## RESULTADOS

1. Completar la tabla, atribuyendo a cada mancha un valor comprendido entre 0 y 5, en función de su intensidad (muestra manchada sin tratamiento o control positivo = 5; muestra sin manchar o control negativo = 0).

MANCHA 1 de \_\_\_\_\_ MANCHA 2 de \_\_\_\_\_ MANCHA 3 de \_\_\_\_\_

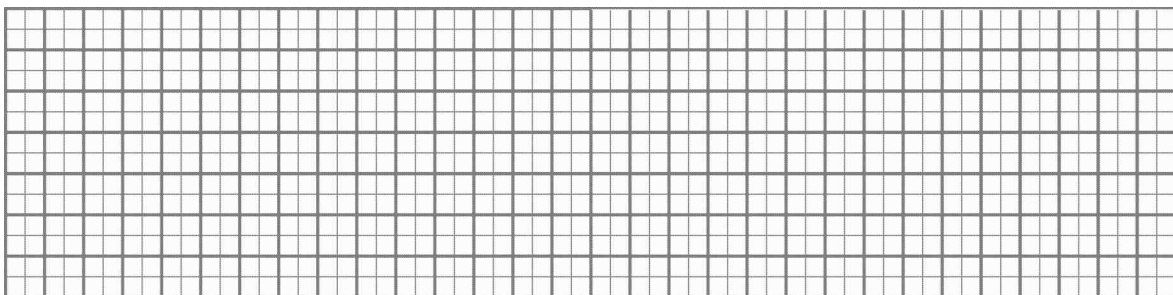
TRATAMIENTO	MANCHA 1	MANCHA 2	MANCHA 3
PRODUCTO S/ENZIMAS			
PRODUCTO 1 C/ENZIMAS			
PRODUCTO 2 C/ENZIMAS			
PRODUCTO 3 C/ENZIMAS			

2. ¿Cuál es la función del producto sin enzimas? \_\_\_\_\_

3. Clasificar los productos en orden decreciente de eficacia en la remoción de estas manchas.

MANCHA 1: \_\_\_\_\_ MANCHA 2: \_\_\_\_\_ MANCHA 3: \_\_\_\_\_

4. Representar los datos en un diagrama de barras, por producto y/o por tipo de mancha.



## DISCUSIÓN

¿Cuál es el producto más eficiente?

## A7. ¿CÓMO MEJORAR LA EFICIENCIA DE UN PRODUCTO?

El desempeño de un producto con enzimas para el lavado de ropa varía con el tipo de mancha, pero también depende de numerosos factores: concentración del producto, agitación, temperatura y tiempo que se dejan las prendas en remojo.

En esta actividad vamos a estudiar cómo varía la eficiencia de un producto con enzimas sobre las manchas de salsa de tomate cuando dejamos más tiempo las muestras en remojo.

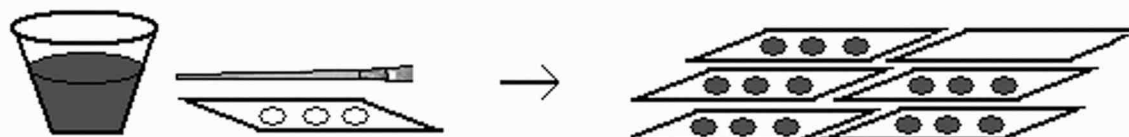
### MATERIAL

Soluciones de un producto con enzimas para el lavado de ropa y otro sin enzimas (concentración = 4 cucharas de sopa por litro); 6 muestras de tela blanca de algodón blanca, 1 molde y 1 pincel, salsa de tomate, 2 botellas plásticas cortadas, 2 palitos para revolver, 1 marcador, 1 hoja de papel y 1 lápiz.

### PROCEDIMIENTO

1

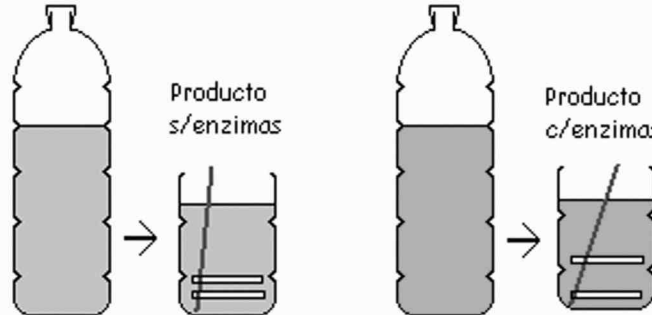
Separar una muestra y manchar tres veces las restantes con \_\_\_\_\_  
Dejar secar a la sombra hasta la próxima clase.



Guardar la muestra sin manchar y una manchada (controles)

2

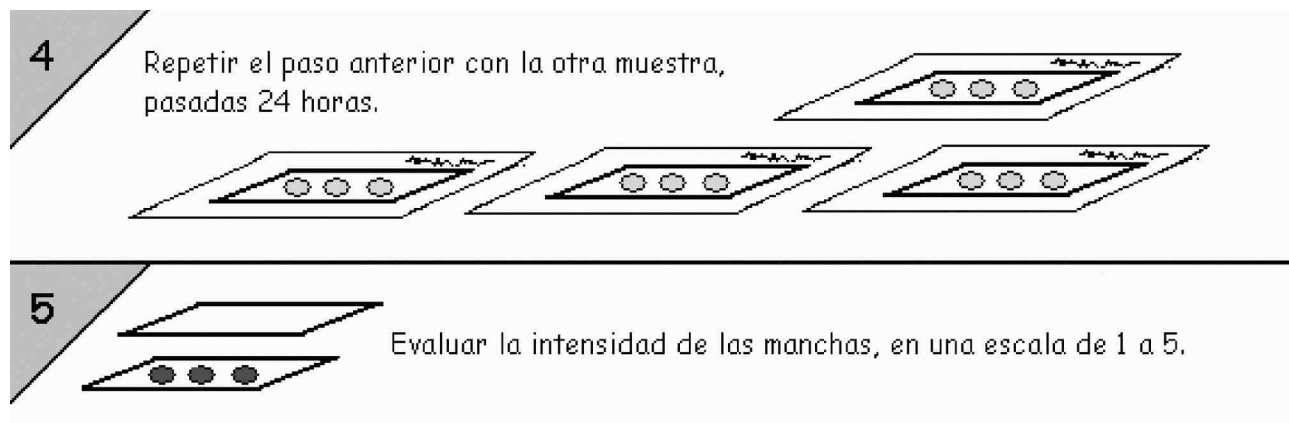
- Montar el experimento
- Colocar dos muestras en cada recipiente y revolver 20 veces.
- Dejar en remojo 2 horas



3

Revolver otras 20 veces y enjuagar, cambiando el agua 10 veces y sin restregar.  
Retirar una muestra y secarla a la sombra sobre un papel donde conste:

- . el tratamiento dado (s/enzimas 2 horas, c/enzimas 2 horas)
- . el nombre del/de la responsable por el experimento



## RESULTADOS

1. Completar la tabla, atribuyendo a cada mancha un valor comprendido entre 0 y 5, en función de su intensidad (muestra manchada sin tratamiento o control positivo = 5; muestra sin manchar o control negativo = 0)

TRATAMIENTO	MANCHA 1	MANCHA 2	MANCHA 3	MEDIA
Producto sin enzimas (2 horas)				
Producto sin enzimas (24 horas)				
Producto con enzimas (2 horas)				
Producto con enzimas (24 horas)				

2. ¿Cuál de los productos fue el más eficiente al cabo de dos horas de remojo? \_\_\_\_\_
3. ¿Cuál de los productos fue el más eficiente al cabo de 24 horas de remojo? \_\_\_\_\_
4. ¿Salieron mejor las manchas al dejarlas más tiempo en remojo? ¿Con qué producto?

## DISCUSIÓN

Elaborar un proyecto para evaluar el efecto de la concentración del producto c/enzimas en la remoción de las manchas.

Información complementaria

Variables	Opciones posibles	Valor elegido
Concentración del producto	1 a 4 cucharas de sopa por litro (0,5 a 2 % m/v)	
Tiempo de incubación (remojo)	Entre 1 a 24 horas	
Temperatura	Ambiente, 20° C, 40° C, 60° C	
Agitación (N° de veces)	Al iniciar y al terminar el experimento.	
Enjuagues	Por lo menos 10	



ArgenBio 

Consejo Argentino para la Información  
y el Desarrollo de la Biotecnología

[www.argenbio.org](http://www.argenbio.org)



*por qué Biotecnología*

[www.porquebiotecnologia.com.ar](http://www.porquebiotecnologia.com.ar)