

# El uso de enzimas para conseguir productos de consumo diario más sostenibles

**Manuel Ferrer<sup>1</sup>, Patricia Molina<sup>1</sup>, Carolina Peñalva<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>CSIC, Instituto de Catálisis, Madrid

<sup>2</sup>Fundación AITIIP, Polígono Industrial Empresarium, Zaragoza

La industria de la Unión Europea ha iniciado el cambio hacia modelos de producción sostenibles, pero todavía representa el 20% de las emisiones de gases de efecto invernadero de la Unión Europea. En su esfuerzo por cumplir con los compromisos climáticos y de sostenibilidad, la Unión Europea ha lanzado una serie de convocatorias de proyectos de investigación destinados a desarrollar nuevas enzimas y nuevas tecnologías para diseñar, siguiendo los criterios de la Economía Circular, nuevos productos de consumo diario más respetuosos con el medio ambiente y más sostenibles.

## ¿Qué sectores demandan productos más ecológicos y sostenibles?

La percepción del impacto ambiental se manifiesta de forma más evidente en productos como los detergentes, los textiles, los cosméticos y los alimentos funcionales, nutracéuticos y suplementos, que los consumidores usamos a diario.

Así, por ejemplo, el uso anual de detergentes de un hogar europeo con 4 miembros supone un consumo de agua que asciende a unos 9000 litros, y de 16-20 kg de detergente cuyo contenido (sales, emulsionantes, agentes tensioactivos, blanqueadores, etc.) acaba en el circuito de agua (desagüe) y, por consiguiente, en el ecosistema [1].

Los textiles se fabrican mediante procesos mayoritariamente químicos, que requieren grandes cantidades de agua y energía de calentamiento para darles la apariencia deseada o las propiedades técnicas, como la repelencia al agua, la resistencia al fuego o las propiedades antimicrobianas. Este proceso depende del tipo de material textil (lycra, poliamida, elastano, etc.) y del uso de la prenda (ropa deportiva, de montaña, ignífuga, etc.). Aun así, los textiles acabados no suelen cumplir los requisitos deseados en la inspección final, por lo que se requiere un proceso de corrección que de nuevo exige enormes cantidades de agua y energía de calentamiento [2]. Como ejemplo, la producción con el método químico más avanzado de los 30 kg de ropa que se compran anualmente en un hogar europeo con 4 miembros, supone la emisión de 124 kg de CO<sub>2</sub> y 2 gramos de gases tóxicos de flúor (equivalente a las emisiones de un coche al recorrer 100 km), y el consumo de 150 litros de agua (equivalente al consumo medio anual de agua por persona) y medio kg de sustancias químicas, parte de las cuales acaba en el circuito de agua; también supone un gasto de energía para calentamiento equivalente al de medio año de un hogar.

En la producción de cosméticos hay múltiples factores a considerar. Primero, el procesado de ingredientes activos que son la base de un cosmético, que puede llegar a representar hasta el 20% del impacto ambiental [3]. A modo de ejemplo, un hogar de 4 miembros puede consumir una media de 1 kg de cosméticos al año, cuya producción puede llevar asociada niveles de contaminación (CO<sub>2</sub> y gases tóxicos) similares a los que produce un coche al recorrer 6 km. Segundo, los polímeros utilizados en cosmética y cuidado personal son ingredientes multifuncionales y actúan como espesantes, emulsionantes, estabilizantes y potenciadores de las propiedades de textura.

El 10 de junio de 2020, el Comité de Evaluación de Riesgos (RAC) adoptó su opinión sobre la propuesta de la Agencia Europea de Sustancias Químicas (ECHA) para restringir el uso de micro-plásticos que se agregan intencionalmente a productos en el mercado de la UE/EEE en concentraciones de más de 0.01 % peso por peso. Además de esto, existe una preocupación creciente sobre el impacto general de los plásticos líquidos, que son poco degradables en el entorno natural. Según el informe de la aplicación Codecheck, "los polímeros líquidos están en todas partes, desde productos de protección solar hasta esmaltes de uñas y, sin embargo, ni el público ni los organismos reguladores los tienen en cuenta". El informe también señala que "uno de cada dos productos de estas categorías contiene al menos uno de estos ingredientes que afectan al medio ambiente". Se han llegado a encontrar 159 polímeros sintéticos diferentes y poco biodegradables en más de 50.000 productos, distribuidos en 34 categorías, que incluyen mascarillas faciales, productos para el cuidado de la piel, champús y geles de ducha. Sería deseable reducir estos niveles en gran medida, ya que una vez en el medio ambiente, estos plásticos líquidos son poco biodegradables, permaneciendo durante años en el ecosistema con consecuencias hasta la fecha desconocidas. Los productores de cosméticos y cuidado personal están tratando de reemplazar estos polímeros sintéticos con alternativas naturales que actualmente luchan por cumplir con las propiedades físicas, de textura y sensoriales requeridas.

## **Nuevos productos para la transición verde y sostenible**

Hay pruebas fehacientes de que el desarrollo de tecnologías para la producción de enzimas en lugar de la de sus homólogos químicos, reforzaría las estrategias y objetivos de la economía circular en los sectores anteriormente mencionados (Figura 1), que tienen un gran impacto medioambiental y económico [4]. Esta contribución se logrará de la siguiente manera: i) las enzimas reducirán la huella de producción (energía, CO<sub>2</sub>, agua, toxicidad), lo que conducirá a una reducción del impacto ambiental; ii) las enzimas se incorporarán a los productos, lo que los hará más sostenibles al reducir su toxicidad, la demanda de energía o el impacto ambiental durante su uso o al final de su vida útil; y iii) las enzimas pueden hacer que los productos sean no solo más ecológicos sino también más innovadores y más funcionales. Todo esto reforzará el posicionamiento de los nuevos productos de consumo en el mercado, la competitividad económica y las oportunidades de empleo cualificado y una mayor sostenibilidad.

Los siguientes datos apoyan los beneficios que las enzimas aportarían para la fabricación de nuevos productos ecológicos, innovadores y funcionales en la vida real,

cuya demanda es creciente en la Unión Europea. Primero, el cambio de un detergente estándar por un detergente con una solución enzimática del 2.6 peso por peso y la reducción de la temperatura de lavado de 40°C a 30°C, supone para el consumidor un ahorro energético del 30%, al tiempo que se aumenta ligeramente la eliminación de manchas. Segundo, se espera que un proceso enzimático para el acabado de textiles reduzca anualmente la huella de CO<sub>2</sub> y de emisiones tóxicas hasta en un 75%, y el consumo de energía, agua y productos químicos en un 40-70%. Tercero, se prevé también que los procesos enzimáticos para producir eco-ingredientes reduzcan los impactos ambientales en un 50-100%. Dos ejemplos concretos son la producción mediante enzimas (una ruta verde) de derivados de ácido hialurónico cuyo procesamiento sin ellas requiere altas temperaturas y uso de disolventes, y la modificación de polisacáridos naturales como el xilano para atribuir propiedades más cercanas a los polímeros sintéticos, y así permitir su reemplazo en los sectores cosmético y de cuidado personal.

**Figura 1.** Ventajas de las enzimas frente a los agentes químicos para el desarrollo de detergentes, textiles, cosméticos, y alimentos funcionales, nutracéuticos y suplementos más sostenibles.



El desarrollo de nuevas enzimas contribuirá también a fomentar la posición de Europa como mayor productor mundial de enzimas (60% del mercado, con valor de mercado estimado para 2024 de 10 000 millones de euros) [5]. También reforzará el posicionamiento en el mercado y la competitividad de múltiples industrias que basen su actividad en el uso de dichas enzimas, creando nuevos puestos de trabajo y oportunidades de mercado [6]. Esto es clave ya que el mercado de las enzimas es técnicamente intensivo, muy competitivo y con pequeños márgenes de beneficio cuando se trata de su uso en los sectores del mercado europeo de los detergentes, los textiles, los cosméticos y los alimentos funcionales, nutracéuticos y suplementos, que representan más de un 40% de la cuota de mercado mundial [1-6].

Es importante señalar también que la capacidad de desarrollar, mediante el uso de enzimas, productos de consumo a partir de recursos disponibles reducirá el precio del producto, extendiendo potencialmente su mercado a clases socioeconómicas más amplias, fomentando un aumento en el medio ambiente y la salud de la UE. Además,

los empleos y la economía rural se impulsarán a medida que se pueda utilizar materia prima local.

**El desarrollo de nuevas enzimas no solo beneficiará a las características de los productos de consumo que de ellas se generen, sino también a las empresas, a los sectores, y al desarrollo económico y mejora medioambiental y de salud de los países donde se implementen. También repercutirán positivamente en las empresas europeas, y en las nuevas políticas y prioridades de la Comisión Europea, en concreto en las políticas europeas de Economía Circular**

### **Los consumidores aceptan una tasa verde por una alternativa más sostenible**

Las evaluaciones socioeconómicas que valoran la percepción de los consumidores sobre los impactos ambientales de los hábitos de la vida cotidiana revelaron que aproximadamente el 90% de los consumidores tienen una imagen más positiva de una empresa que apoya la biotecnología, que el 50% de los consumidores europeos están dispuestos a pagar una tasa o impuesto verde por una alternativa más sostenible, y que los cambios en el comportamiento de los consumidores pueden disminuir significativamente los impactos ambientales [8].

Hay que destacar también que la demanda de los consumidores de detergentes, textiles, cosméticos y alimentos funcionales, nutracéuticos y suplementos ha ido en aumento. Esto se refleja en el hecho de que los sectores de detergentes, textiles y cosméticos tienen un valor de mercado actual en Europa que alcanza los 516 mil millones de euros y mantienen 5 millones de puestos de trabajo [1,5,6]. Por otro lado, el tamaño del mercado global de nutracéuticos se valoró en 322 mil millones de euros en 2019 y se espera que se expanda a una tasa compuesta anual del 8.3% durante los próximos 7 años. Se prevé que el mercado global de fibras dietéticas insolubles, que pasan principalmente a través del sistema digestivo sin descomponerse ni digerirse, crezca de 1.5 mil millones en 2018 a 3.2 mil millones de euros en 2026 (una tasa compuesta anual del 9.6%, informe de Fior Markets). Estas fibras, como los xilanos desramificados por enzimas, pueden ser buenos aglutinantes, tener propiedades prebióticas, antimicrobianas y anti-inflamatorias, por ejemplo.

**Pese a que los consumidores están dispuestos a pagar una tasa por un producto más verde, si se siguen las reglas que rigen la economía, los márgenes de beneficio de productos de consumo diario, como los detergentes, seguirán siendo bajos. Es por ello que solo si un nuevo producto más verde puede ser desarrollado con herramientas innovadoras que permitan producirlo a un precio más competitivo, las empresas del sector podrán seguir creciendo económicamente**

## Qué nos depara el futuro: retos

Alcanzar los objetivos en materia de medio ambiente y economía circular requiere de acciones concretas como las desarrolladas en el programa marco de I+D+I de la Unión Europea Horizonte 2020. En el año 2021 se han financiado cuatro proyectos en la temática de “Enzimas para productos de consumo más respetuosos con el medio ambiente”. La pieza clave de estos proyectos es descubrir, diseñar y optimizar las enzimas del futuro para obtener productos económicamente viables en segmentos de mercado como el del textil, los detergentes, los cosméticos y productos de cuidado personal, o los nutracéuticos, que combinan un mayor nivel de funcionalidad con una mayor sostenibilidad durante su producción, uso o fin de vida. Estos productos más ecológicos responderán a las peticiones de los consumidores y de la industria.

Desde la perspectiva de ser coordinadores de dos de los proyectos (FuturEnzyme y EnXylaScope) que cuentan con una financiación de casi doce millones de euros del programa marco de I+D+I de la UE Horizonte 2020, consideramos que las diferentes enzimas en el mercado para hacer frente a la formulación de detergentes, textiles, cosméticos y productos de cuidado personal, así como nutracéuticos sostenibles, no se ajustan a las normativas medioambientales más estrictas actuales y futuras, ni a los cambios en los hábitos y preferencias de los consumidores, ni a los principios de la Economía Circular. De hecho, menos del 10% de los productos de consumo actuales contienen enzimas, ya sea por su elevado coste o por su bajo rendimiento [9]. Por ello, es crucial establecer tecnologías inteligentes para desarrollar una nueva generación de enzimas que, con un menor coste, pero con una mayor actividad y estabilidad respecto a las actualmente disponibles, puedan satisfacer las demandas tanto de los consumidores como de las industrias de productos más ecológicos, contribuyendo a la estrategia general de bioeconomía europea (Figura 2).



**Figura 2.** Contribución a la Estrategia de Bioeconomía Europea.

## Agradecimientos

M. Ferrer y C. Peñalva agradecen la financiación del programa marco de I+D+I de la UE Horizonte 2020 (Proyectos FuturEnzyme – 101000327 y EnXylaScope – 101000831). M. Ferrer y C. Peñalva firman este artículo en representación de los integrantes de los consorcios FuturEnzyme y EnXylaScope, respectivamente. M. Ferrer agradece a Ainhoa Quirós por la ayuda en la preparación de la Figura 1.

## Bibliografía

1. A.I.S.E.'s pan-European habits survey (2020). Available at [www.cleanright.eu](http://www.cleanright.eu).
2. Lehmann, M., Arici, G., Boger, S., Martinez-Pardo, C., Krueger, F., Schneider, M., Carrière-Pradal, B., & Schou, D. (2019). Pulse of the fashion industry. En: Global Fashion Agenda, Boston Consulting Group, and Sustainable Apparel Coalition.
3. Bom, S., Jorge, J., Ribeiro, H.M., Marto, J. (2019). A step forward on sustainability in the cosmetics industry: A review. *J. Clean. Prod.* 225:270-290. DOI: 10.1016/j.jclepro.2019.03.255.
4. Industrial biotechnology and climate change (2011). Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), available at <https://www.oecd.org/sti/emerging-tech/49024032.pdf>.
5. Comisión Europea (2021). Internal market, industry, entrepreneurship and SMEs. Textiles and clothing in the EU, available at [https://ec.europa.eu/growth/sectors/fashion/textiles-clothing/eu\\_en](https://ec.europa.eu/growth/sectors/fashion/textiles-clothing/eu_en).
6. Cosmetics Europe (2019). Socio-economic contribution of the european cosmetics industry (2019), available at <https://www.cosmeticseurope.eu/cosmetic-products/consumer-insights/>.
7. Ahuja, K., Rawat, A. (2017). Enzymes market size by product (proteases, lipases, carbohydrases [amylases, xylanases, cellulases, pectinases, lactases], polymerases & nucleases, phytases, catalyses), by application (food & beverage, processed food, dairy, bakery, confectionary), industry analysis report, regional outlook, growth potential, price trends, competitive market share & forecast, 2018 – 2024. Global Market Insights, Inc.
8. Europe industrial enzymes market segmented by substrate type, application and geography - growth, trends, COVID-19 impact, and forecasts (2021-2026). Available at <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/europe-market-for-industrial-enzymes-industry>.
9. Comisión Europea (2019). SWD/2019/349.