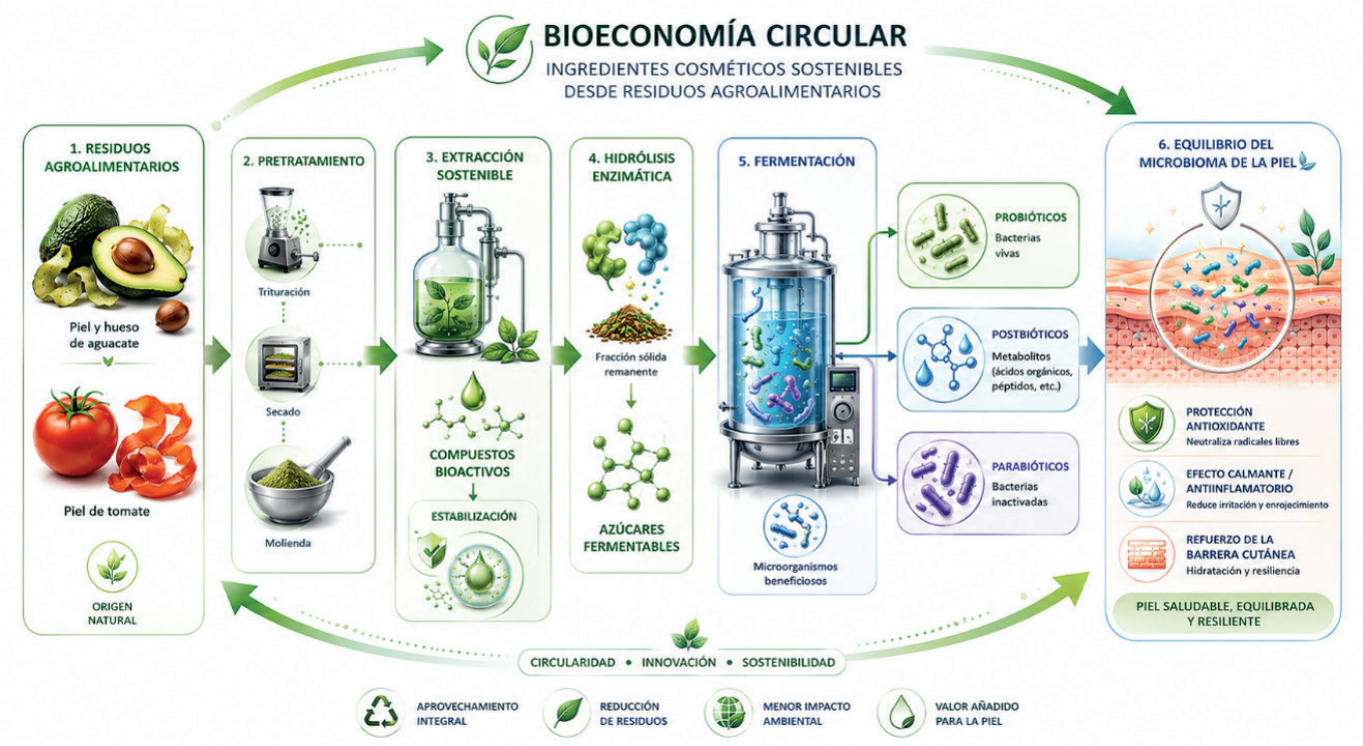


Valorización biotecnológica de subproductos agroalimentarios para desarrollar **ingredientes bióticos** que equilibren el microbioma cutáneo

La industria cosmética se transforma con ingredientes bióticos que equilibran el microbioma cutáneo a partir de subproductos agroalimentarios, promoviendo la sostenibilidad y la innovación en el desarrollo de productos.

Por *Annabel Serpico, Elia Portero y Paola Navarro, y Rosa Domenech,*
Jefa de Proyectos de Biotecnología Industrial, Técnicas de Proyectos de Biotecnología Industrial, y Gerente de Biotecnología Industrial, respectivamente, en ITENE

La industria cosmética atraviesa una profunda transformación impulsada por la convergencia de tres grandes tendencias: sostenibilidad, biotecnología y cuidado integral del microbioma cutáneo. Los consumidores demandan formulaciones eficaces y científicamente respaldadas, pero también alineadas con criterios medioambientales y modelos de producción responsables. Este contexto plantea un reto significativo para las empresas del sector: desarrollar ingredientes innovadores que

combinen funcionalidad demostrada, estabilidad, viabilidad industrial y sostenibilidad, sin comprometer la seguridad ni la compatibilidad formulativa.

En paralelo, el microbioma cutáneo se ha consolidado como uno de los principales focos de innovación cosmética. La evidencia científica acumulada durante los últimos años demuestra que la microbiota de la piel desempeña un papel esencial en el mantenimiento de la homeostasis cutánea, la integridad de la función barrera y la modulación de procesos inflamatorios. Alteraciones en este ecosistema microbiano, conocidas como estados de disbiosis, se relacionan con patologías y desequilibrios dermatológicos como el acné, la dermatitis atópica, la rosácea o la psoriasis.

En este escenario, los ingredientes con capacidad para modular el microbioma representan una oportunidad estratégica para el desarrollo de nuevas generaciones de productos cosméticos. Sin embargo, muchas de las soluciones actualmente disponibles presentan limitaciones asociadas a la estabilidad de los ingredientes, la complejidad regulatoria, la escalabilidad de los procesos biotecnológicos o la falta de validación funcional integral.

Con el objetivo de abordar estos desafíos, ITENE desarrolla el proyecto IMPULSO, financiado por el Instituto Valenciano de Competitividad e Innovación (IVACE+i) de la Generalitat Valenciana y por la Unión Europea a través de fondos FEDER, centrado en la valorización biotecnológica de subproductos agroalimentarios para la obtención de ingredientes bióticos funcionales destinados al equilibrio del microbioma cutáneo. El proyecto integra estrategias de economía circular, biotecnología industrial y validación cosmética para transformar residuos agroalimentarios en ingredientes de alto valor añadido con potencial aplicación industrial.

DE SUBPRODUCTO AGROALIMENTARIO A INGREDIENTE COSMÉTICO FUNCIONAL

La industria agroalimentaria genera anualmente grandes volúmenes de subproductos que, en muchos casos, presentan un aprovechamiento limitado y terminan destinados a aplicaciones de bajo valor o gestión como residuo. Sin embargo, numerosas corrientes agroindustriales contienen compuestos bioactivos, nutrientes y fracciones estructurales con elevado potencial para aplicaciones biotecnológicas y cosméticas.

En el marco del proyecto IMPULSO se realizó un proceso de análisis, caracterización y selección de distintas matrices agroalimentarias, identificándose como especialmente prometedores determinados subproductos procedentes del aguacate y el tomate. En concreto, la piel y el hueso de aguacate, así como fracciones residuales del procesado del tomate, mostraron una composición favorable rica en compuestos fenólicos, carbohidratos estructurales, lípidos y otros componentes de interés funcional.

Estas materias primas fueron sometidas a procesos de acondicionamiento orientados a garantizar su homogeneidad y adecuación para posteriores etapas biotecnológicas. Entre las operaciones aplicadas destacan la reducción de tamaño de partícula, procesos de secado controlado y homogenización de la matriz.

Posteriormente, los subproductos fueron tratados mediante tecnologías de extracción sostenible destinadas a recuperar compuestos bioactivos con potencial aplicación en detergencia así como en cosmética.

Uno de los aspectos diferenciales del proyecto reside en el aprovechamiento integral de la corriente residual. Más allá de la recuperación de extractos bioactivos, la biomasa restante tras la extracción se valoriza como sustrato para procesos fermentativos, permitiendo integrar completamente el concepto de bioeconomía circular y maximizar el aprovechamiento de la materia prima.

Este enfoque no solo reduce la generación de residuos, sino que también contribuye a generar nuevas cadenas de valor entre la industria agroalimentaria y la cosmética, alineándose con las crecientes demandas de sostenibilidad y aprovechamiento eficiente de recursos.

HIDRÓLISIS ENZIMÁTICA: CONVERSIÓN DE RESIDUOS EN SUSTRATOS FERMENTABLES

La transformación de la fracción residual en un sustrato biotecnológico funcional constituye una de las etapas clave del proyecto IMPULSO. Para ello, se desarrollaron procesos de hidrólisis enzimática específicamente optimizados para la liberación de azúcares fermentables a partir de matrices lignocelulósicas complejas.

El proceso combina pretratamientos térmicos y la acción de complejos enzimáticos capaces de degradar estructuras polisacarídicas presentes en los subproductos agroalimentarios. Esta estrategia permite aumentar significativamente la accesibilidad de las enzimas a la matriz vegetal y mejorar la eficiencia global de conversión.

Los resultados obtenidos demostraron elevados rendimientos de sacarificación, próximos al 93 %, con la generación de hidrolizados ricos en

azúcares libres. Estas características sitúan a los hidrolizados obtenidos en niveles comparables a los medios de cultivo convencionales utilizados en fermentación industrial.

Desde una perspectiva industrial, este aspecto resulta especialmente relevante, ya que permite sustituir parcialmente materias primas convencionales por sustratos procedentes de residuos valorizados, reduciendo costes y mejorando la sostenibilidad del proceso productivo.

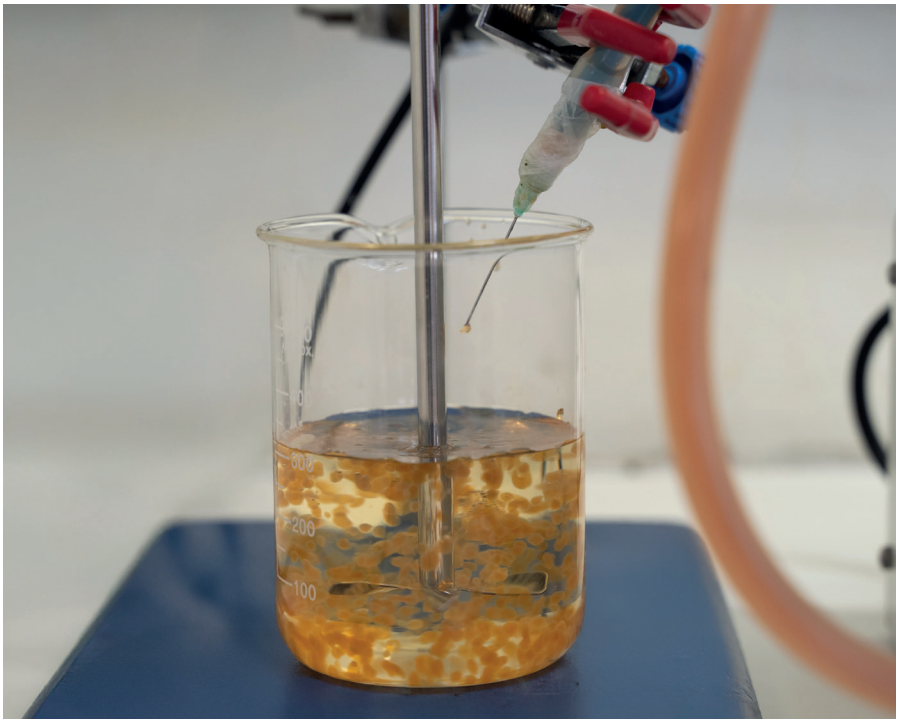
Además, el uso de hidrolizados agroalimentarios como medio de fermentación contribuye a integrar completamente la cadena de valor, convirtiendo un residuo inicialmente problemático en un recurso funcional para la producción de ingredientes cosméticos avanzados.

INGREDIENTES BIÓTICOS: UNA NUEVA GENERACIÓN DE ACTIVOS COSMÉTICOS

El núcleo tecnológico del proyecto IMPULSO se centra en el **desarrollo de ingredientes bióticos capaces de actuar sobre el equilibrio del microbioma cutáneo**. A diferencia de enfoques tradicionales basados exclusivamente en extractos vegetales o activos aislados, este proyecto incorpora procesos biotecnológicos avanzados para **obtener ingredientes con funcionalidad específica y evidencia biológica asociada**.

La selección de microorganismos se llevó a cabo considerando criterios de seguridad, funcionalidad y potencial aplicación cosmética. En este contexto, se seleccionaron cepas pertenecientes a los géneros *Lactobacillus* y *Pediococcus*, ampliamente reconocidos por su capacidad de interacción beneficiosa con la microbiota cutánea.

Diversos estudios científicos han demostrado que este tipo de microorganismos puede contribuir al mantenimiento del equilibrio



microbiano de la piel, reforzar la función barrera y modular procesos inflamatorios asociados a estados de disbiosis. Estas propiedades resultan especialmente interesantes para aplicaciones orientadas al cuidado de pieles sensibles o alteradas.

Los microorganismos seleccionados fueron cultivados utilizando los hidrolizados obtenidos a partir de los subproductos agroalimentarios valorizados. Durante esta fase se optimizaron parámetros críticos de fermentación como el pH, la temperatura, el tiempo de cultivo y la suplementación nutricional, con el objetivo de maximizar el crecimiento microbiano y la producción de metabolitos funcionales.

Los resultados obtenidos confirmaron la viabilidad del sistema biotecnológico desarrollado, alcanzándose concentraciones superiores a 10^7 UFC/mL, compatibles con procesos de escalado industrial.

A partir de estos cultivos se desarrollaron ingredientes bióticos orientados específicamente a aplicaciones cosméticas, centrándose en dos categorías con elevado potencial industrial: postbióticos y parabióticos.

Los postbióticos están constituidos por metabolitos funcionales generados durante los procesos fermentativos, incluyendo ácidos orgánicos, péptidos, polisacáridos y otros compuestos bioactivos producidos por los microorganismos durante su crecimiento.

Estos ingredientes presentan un especial interés en cosmética por su capacidad para modular el entorno cutáneo, contribuir al mantenimiento de un pH equilibrado y favorecer condiciones compatibles con una microbiota beneficiosa. Además, ofrecen ventajas relevantes desde el punto de vista formulativo y regulatorio, al no requerir la presencia de microorganismos vivos en el producto final.

Los parabióticos se obtienen mediante la inactivación controlada de los microorganismos tras el proceso fermentativo, conservando estructuras celulares y biomoléculas funcionales capaces de interactuar con la piel.

En el proyecto IMPULSO, los parabióticos se plantean como una estrategia de estabilización de los microorganismos desarrollados, permitiendo mantener parte de su funcionalidad biológica mientras se superan limitaciones asociadas al uso de células vivas, como la sensibilidad frente a condiciones de almacenamiento o las dificultades de incorporación en formulaciones cosméticas convencionales.

Este enfoque permite obtener ingredientes más robustos, estables y fácilmente integrables a escala industrial, manteniendo al mismo tiempo su potencial para contribuir al equilibrio del microbioma cutáneo y al refuerzo de la función barrera de la piel.

El desarrollo combinado de postbióticos y parabióticos proporciona así una solución tecnológicamente viable y alineada con las necesidades actuales del sector cosmético, donde la estabilidad, la eficacia y la sostenibilidad son factores clave para la transferencia al mercado.

VALIDACIÓN FUNCIONAL: EVIDENCIA CIENTÍFICA APLICADA A COSMÉTICA

Uno de los principales desafíos para la incorporación de nuevos ingredientes cosméticos al mercado es la generación de evidencia funcional sólida que respalde sus beneficios y diferenciación tecnológica.

Por este motivo, el proyecto IMPULSO incorporó una estrategia integral de validación biológica basada en ensayos in vitro sobre modelos celulares relevantes para aplicaciones dermatológicas.

Los estudios realizados sobre queratinocitos humanos permitieron evaluar diferentes parámetros asociados a la funcionalidad cutánea. Los resultados obtenidos evidenciaron una significativa actividad antioxidante de los ingredientes desarrollados, observándose una reducción del estrés oxidativo celular frente a condiciones de agresión.

Asimismo, se detectó una modulación positiva de marcadores relacionados con la respuesta inflamatoria, aspecto especialmente relevante en aplicaciones destinadas a pieles sensibles o alteradas por procesos inflamatorios crónicos.

Otro de los resultados destacados fue la mejora observada en

vytrus biotech

El primer cosmético tolerógeno para pieles hipersensibles

Una proteína humana de origen vegetal que reeduca la piel urbana hiperreactiva, restaurando la tolerancia inmunológica, el confort y la resiliencia cutánea.

NEW

- El primer cosmético tolerógeno para pieles hipersensibles
- Reeducación inmunológica más allá del alivio
- Reprograma las células de Langerhans a un estado tolerogénico
- Clínicamente probado para reducir el enrojecimiento y mejorar la resiliencia de la piel



Toleroxyl™
Reeducando la piel urbana

¿Y si una nueva solución biotecnológica entrenara al sistema inmunitario de la piel para desarrollar tolerancia?

parámetros asociados a la función barrera cutánea. En concreto, se identificó un aumento en la expresión de proteínas estructurales clave implicadas en la cohesión epidérmica y el mantenimiento de la integridad de la piel.

Estos resultados refuerzan el valor diferencial de los ingredientes desarrollados, demostrando que su actividad no se limita exclusivamente a la modulación del microbioma, sino que contribuyen directamente a mejorar la funcionalidad global de la piel.

ESTABILIZACIÓN DE EXTRACTOS Y APLICABILIDAD INDUSTRIAL

Además del desarrollo de ingredientes bióticos, el proyecto IMPULSO aborda la estabilización de los extractos bioactivos obtenidos a partir de subproductos agroalimentarios, con el objetivo de garantizar su funcionalidad y facilitar su incorporación en formulaciones cosméticas.

Los extractos naturales presentan habitualmente limitaciones asociadas a su sensibilidad frente a factores ambientales como la oxidación, la humedad o las variaciones de temperatura, lo que puede comprometer su estabilidad y eficacia a lo largo del tiempo. Para superar estas barreras, se evaluaron distintas estrategias tecnológicas orientadas a mejorar su protección y manejabilidad industrial.

Entre las tecnologías aplicadas destacan la encapsulación mediante gelificación iónica y el secado por atomización, técnicas que permiten obtener ingredientes más estables, fácilmente dosificables y compatibles con diferentes matrices cosméticas.

Estas soluciones tecnológicas se aplican específicamente a los extractos bioactivos obtenidos durante las etapas iniciales de valorización,

LA VALORIZACIÓN BIOTECNOLÓGICA DE SUBPRODUCTOS AGROALIMENTARIOS CONSTITUYE UNA SOLUCIÓN REAL, VIABLE Y TRANSFERIBLE PARA EL DESARROLLO DE INGREDIENTES COSMÉTICOS DE NUEVA GENERACIÓN

permitiendo preservar sus propiedades funcionales y mejorar su integración en formulaciones cosméticas finales.

La incorporación de estrategias de estabilización representa un aspecto clave para garantizar la viabilidad industrial de ingredientes obtenidos a partir de fuentes naturales, facilitando su escalado y transferencia al mercado.

SOSTENIBILIDAD Y BIOECONOMÍA CIRCULAR COMO EJE ESTRATÉGICO

Más allá de la innovación cosmética, el proyecto IMPULSO representa un ejemplo claro de integración de principios de economía circular y sostenibilidad industrial. La valorización de subproductos agroalimentarios permite reducir el impacto ambiental asociado a la gestión de residuos, al tiempo que genera nuevas cadenas de valor para sectores tradicionalmente desconectados, como la industria agroalimentaria y la cosmética.

Este enfoque responde además a las nuevas exigencias regulatorias y de mercado en materia de sostenibilidad, trazabilidad y aprovechamiento eficiente de recursos. Cada vez más consumidores y marcas demandan ingredientes obtenidos mediante procesos respetuosos con el medio ambiente y alineados con estrategias de *upcycling* y producción responsable.

En este contexto, la biotecnología se posiciona como una herramienta clave para transformar residuos en recursos de alto valor añadido, permitiendo desarrollar ingredientes innovadores sin depender exclusivamente de materias primas vírgenes.

En definitiva, el proyecto IMPULSO demuestra que la valorización biotecnológica de subproductos agroalimentarios constituye una solución real, viable y transferible para el desarrollo de ingredientes cosméticos de nueva generación.

A través de un enfoque integral que combina extracción sostenible, biotecnología industrial, fermentación y validación funcional, se ha logrado transformar residuos agroalimentarios en ingredientes bióticos funcionales y compatibles con las necesidades de la industria cosmética actual.

Para las empresas del sector, este tipo de soluciones ofrece ventajas competitivas claras: acceso a ingredientes innovadores con respaldo científico, alineación con tendencias *microbiome-friendly* y sostenibles, y viabilidad industrial en términos de formulación y escalado.

En un mercado donde la diferenciación tecnológica y la sostenibilidad son factores cada vez más determinantes, la integración de estrategias basadas en bioeconomía circular y biotecnología avanzada representa una oportunidad estratégica para impulsar nuevas líneas de producto de alto valor añadido. La combinación de ciencia, sostenibilidad y funcionalidad posiciona a los ingredientes bióticos obtenidos a partir de subproductos agroalimentarios como una de las vías más prometedoras para el desarrollo de la cosmética del futuro

Maquinaria que impulsa los procesos cosméticos

Lleal

contigo, paso a paso

¿Tienes un proceso? Tenemos tu equipo.

En Lleal diseñamos y fabricamos equipos para la industria cosmética, pensados para optimizar tus procesos productivos y ayudarte a trabajar con mayor eficiencia, control y fiabilidad en cada etapa, desde laboratorio hasta producción industrial.

EMULSIÓN • MEZCLA • DESTERRONADO • TAMIZADO • ENVASADO

150 años acompañando a la industria cosmética









LABORATORIO Y PLANTA PILOTO

INGENIERÍA

PRODUCCIÓN PROPIA

POSTVENTA

www.lleal.com

T. 938 611 601 - lleal@lleal.com

