

PRODUCCIÓN SOSTENIBLE DE ANTIOXIDANTES Y PIGMENTOS NATURALES A PARTIR DE HOJAS DE OLIVO

CONTACT DETAILS:

Relaciones con la Empresa
Oficina de Transferencia de Resultados de la Investigación-OTRI
Universidad de Alicante
Tel.: +34 96 590 99 59
Email: areaempresas@ua.es
<http://innoua.ua.es>

ABSTRACT

El grupo de investigación "*Química (bio)Analítica y Circular*" (bioCir) de la Universidad de Alicante ha desarrollado un procedimiento de valorización integral de hojas de olivo (*Olea europaea* L.) basado en un esquema de extracción secuencial en cascada asistida por ultrasonidos. El proceso permite obtener, a partir de una única biomasa residual, dos fracciones bioactivas diferenciadas: un extracto enriquecido en compuestos fenólicos antioxidantes y un extracto rico en pigmentos clorofílicos.

El elemento diferencial del procedimiento reside en que el residuo sólido de la primera extracción no es descartado, sino reincorporado como sustrato para la segunda etapa, aprovechando las modificaciones estructurales inducidas en la matriz vegetal para incrementar la eficiencia de recuperación de los pigmentos. Este enfoque de biorrefinería en cascada maximiza el rendimiento por kilogramo de biomasa procesada, minimiza la generación de residuos y es escalable con equipos ya disponibles en el sector oleícola.

La tecnología, protegida mediante solicitud de patente nacional se encuentra desarrollada a escala de laboratorio. Los extractos obtenidos presentan aplicabilidad en los sectores de alimentación funcional, nutracéutica, cosmética y envasado activo. Se buscan empresas interesadas en su explotación comercial.



INTRODUCTION

La transición global hacia modelos de economía circular y la implementación de marcos estratégicos como la Agenda 2030 han impuesto una presión creciente sobre el sector agroindustrial para transformar sus sistemas de gestión de residuos en procesos de valorización de recursos. La industria oleícola, que concentra aproximadamente el 70% de la producción mundial de aceite de oliva, genera anualmente más de 33 millones de toneladas de biomasa residual derivada de las tareas de poda y mantenimiento del olivar. A pesar de su potencial para la recuperación de compuestos bioactivos de alto valor, esta biomasa se gestiona mayoritariamente mediante prácticas de eliminación directa o incineración, comprometiendo tanto los objetivos de sostenibilidad como la competitividad económica del sector.

Las soluciones actuales para la recuperación de estos compuestos presentan limitaciones operativas significativas. Los procesos convencionales de extracción sólido-líquido se caracterizan por ciclos de producción largos, un elevado consumo de disolventes

orgánicos y riesgos de degradación térmica. Las tecnologías no convencionales, por su parte, enfrentan barreras de escalabilidad derivadas de la complejidad de sus condiciones operativas. La ineficiencia más relevante, sin embargo, reside en el enfoque dominante: la mayoría de los procesos y patentes actuales están diseñados para obtener una única fracción bioactiva, tratando el residuo sólido resultante como un desecho final sin valor adicional.

Este paradigma de extracción única conlleva consecuencias económicas y operativas directas: al descartar la biomasa tras un primer proceso, se pierden compuestos de alto interés industrial —como clorofilas y carotenoides— y se genera una pérdida masiva de valor añadido por tonelada procesada. Persiste así una brecha tecnológica entre la disponibilidad masiva de subproductos oleícolas y la capacidad técnica para procesarlos de forma integral, evidenciando la necesidad de una nueva aproximación que permita la recuperación secuencial y eficiente de múltiples fracciones bioactivas a partir de una misma matriz vegetal.

TECHNICAL DESCRIPTION

El grupo de investigación “Química (bio)Analítica y Circular” (bioCir) de la Universidad de Alicante ha desarrollado un procedimiento de valorización integral de hojas de olivo (*Olea europaea L.*) orientado a la recuperación secuencial de distintas fracciones bioactivas presentes en la biomasa vegetal. Se trata de un método de extracción sólido-líquido que, a partir de una única materia prima, permite obtener dos fracciones de compuestos con características diferenciadas mediante etapas consecutivas y ordenadas. El diseño del proceso está concebido de forma que el residuo sólido generado tras la primera extracción no es descartado, sino que actúa como sustrato de partida para la etapa siguiente, configurando así un esquema de valorización en cascada enmarcado en los principios de la biorrefinería vegetal.

El procedimiento comprende cuatro etapas consecutivas: una primera de preparación de la biomasa vegetal, una segunda de extracción de compuestos fenólicos, una tercera de recuperación del residuo sólido resultante, y una cuarta de extracción de pigmentos clorofílicos. Tanto la segunda como la cuarta etapa se encuentran asistidas por ultrasonidos, tecnología que, aplicada sobre el sistema sólido-líquido, favorece la transferencia de masa desde la matriz vegetal hacia el disolvente, sin alterar la naturaleza del proceso extractivo en sí. En cada etapa se emplea un líquido extractivo distinto, seleccionado en función de las propiedades fisicoquímicas de los compuestos objetivo.

El resultado del procedimiento es la obtención de dos extractos bioactivos de naturaleza diferente: uno enriquecido en compuestos fenólicos con actividad antioxidante, procedente de la segunda etapa, y otro rico en pigmentos fotosintéticos de naturaleza clorofílica, obtenido en la cuarta etapa a partir del residuo vegetal previo. Cabe destacar que la ejecución de la primera extracción no solo permite recuperar los compuestos fenólicos presentes en la biomasa, sino que condiciona favorablemente las propiedades de la matriz sólida resultante, incrementando la eficiencia de la etapa posterior. De este modo, el procedimiento aborda el problema de la utilización ineficiente de la biomasa residual del olivo, transformando un subproducto agrícola en fuente de múltiples fracciones susceptibles de valorización, al tiempo que minimiza la generación de residuos sólidos asociados al proceso.

ADVANTAGES AND INNOVATIVE ASPECTS

VENTAJAS DE LA TECNOLOGÍA

Las principales ventajas del procedimiento desarrollado son las siguientes:

Ventajas intrínsecas de la tecnología

- **Maximización del rendimiento por unidad de biomasa:** La reutilización del residuo sólido como sustrato para la segunda etapa incrementa significativamente la cantidad de compuestos bioactivos obtenidos por kilogramo de materia prima procesada.
- **Sinergia entre etapas de extracción:** La primera extracción condiciona favorablemente la estructura de la matriz vegetal, mejorando la eficiencia de recuperación de pigmentos clorofílicos en la etapa posterior.
- **Reducción de tiempos operativos y consumo de disolventes:** La asistencia por ultrasonidos acorta significativamente los ciclos de producción y minimiza el volumen de disolventes requeridos frente a métodos convencionales como la maceración o la extracción Soxhlet.
- **Preservación de la calidad de los extractos:** Las condiciones de operación del proceso reducen el riesgo de degradación térmica de los compuestos bioactivos más sensibles, garantizando la integridad de los productos obtenidos.
- **Alta reproducibilidad:** La optimización experimental sistemática del proceso asegura resultados consistentes en la calidad de los extractos, requisito crítico para su integración en formulaciones industriales.

Ventajas medioambientales y de sostenibilidad

- **Minimización de residuos sólidos:** La valorización integral de la biomasa reduce drásticamente la generación de desechos finales, contribuyendo a una gestión más eficiente y responsable de los subproductos agrícolas.
- **Alineación con la economía circular y la sostenibilidad:** El proceso se enmarca en los principios de química verde y responde a los objetivos estratégicos de la Agenda 2030, facilitando el cumplimiento de marcos normativos de sostenibilidad vigentes.
- **Escalabilidad industrial inmediata:** El diseño del proceso es compatible con equipos y tecnologías de ultrasonidos ya disponibles en el sector oleícola, sin requerir inversiones en infraestructura altamente especializada.

Ventajas comerciales y de mercado

- **Diversificación de la cartera de productos:** El proceso permite obtener simultáneamente extractos antioxidantes y pigmentos naturales, ampliando las líneas de ingredientes comercializables en sectores como la alimentación funcional, la cosmética y la nutracéutica.
- **Reducción de costes operativos:** La transformación del residuo agrícola en nuevas corrientes de valor disminuye los gastos asociados a su eliminación y optimiza la rentabilidad global de la cadena de suministro.
- **Posicionamiento en mercados de alta demanda:** La capacidad de suministrar ingredientes naturales bioactivos de etiqueta limpia refuerza la competitividad de la empresa en mercados con creciente presión regulatoria sobre aditivos sintéticos.
- **Conversión de un pasivo ambiental en activo económico:** Al transformar un residuo agrícola masivo y de gestión problemática en fuente de productos de alto valor añadido, la tecnología convierte un desafío operativo en una ventaja estratégica sostenible.

ASPECTOS INNOVADORES DE LA TECNOLOGÍA

El principal aspecto innovador de este procedimiento es que introduce, por primera vez, un esquema de extracción secuencial en cascada aplicado a hojas de olivo que integra, dentro de un mismo proceso, la recuperación de compuestos fenólicos y la posterior extracción de pigmentos clorofílicos a partir del residuo sólido resultante de la primera etapa.

A diferencia de los métodos y patentes existentes, que conciben el residuo sólido post-extracción como un desecho final, este procedimiento lo reincorpora como sustrato activo para una segunda etapa de valorización, redefiniendo conceptualmente su papel dentro del proceso.

El procedimiento incorpora el principio de que la primera extracción no actúa únicamente como etapa de recuperación de fenoles, sino que modifica estructuralmente la matriz vegetal de forma que incrementa la accesibilidad de los pigmentos clorofílicos en la etapa posterior. Esta interacción entre etapas constituye un elemento técnico diferencial no descrito en el estado de la técnica.

CURRENT STATE OF DEVELOPMENT

La tecnología se encuentra actualmente desarrollada a escala de laboratorio, habiendo sido validada mediante estudios experimentales que incluyen la optimización sistemática de los parámetros de proceso. Los resultados obtenidos demuestran la viabilidad técnica del procedimiento y su capacidad para generar extractos estandarizados y reproducibles con rendimientos consistentes en ambas fracciones bioactivas.

Como siguiente paso en su desarrollo, el grupo de investigación tiene previsto llevar a cabo la validación del proceso a escala piloto, así como su aplicación en contextos industriales concretos. Los sectores prioritarios identificados para esta validación son la alimentación funcional, la nutracéutica y la cosmética, dado que son los ámbitos con mayor demanda de ingredientes antioxidantes naturales y pigmentos de origen vegetal compatibles con los extractos obtenidos mediante este procedimiento.

MARKET APPLICATIONS

Los extractos obtenidos mediante este procedimiento presentan aplicabilidad en diversos sectores industriales, determinada por la naturaleza y las propiedades funcionales de cada fracción bioactiva.

El **extracto enriquecido en compuestos fenólicos antioxidantes** encuentra aplicación principalmente en los siguientes sectores:

- **Alimentación funcional y tecnología alimentaria:** como ingrediente antioxidante natural para la formulación de alimentos funcionales, conservantes de origen vegetal o agentes protectores frente a la oxidación lipídica en productos procesados.
- **Nutracéutica y suplementación:** como materia prima para el desarrollo de suplementos alimenticios y productos nutracéuticos con actividad antioxidante y potencial efecto sobre la salud.
- **Cosmética y dermofarmacia:** como activo funcional en formulaciones cosméticas y dermatológicas orientadas a la protección frente al estrés oxidativo cutáneo.
- **Materiales de envasado activo:** como aditivo funcional en el desarrollo de materiales de envase con propiedades antioxidantes para la conservación de alimentos.

El **extracto rico en pigmentos clorofílicos** presenta aplicabilidad en los siguientes ámbitos:

- **Industria alimentaria:** como colorante natural de origen vegetal en sustitución de aditivos sintéticos, en un contexto de creciente restricción regulatoria sobre estos últimos.
- **Cosmética:** como pigmento funcional natural en formulaciones de maquillaje, cuidado de la piel y productos capilares.
- **Nutracéutica y suplementación:** como ingrediente funcional con propiedades antioxidantes complementarias a las de los compuestos fenólicos.
- **Agricultura:** como componente en la formulación de bioestimulantes y fertilizantes foliares de base orgánica, dada la relación estructural de las clorofilas con procesos fisiológicos vegetales.

COLLABORATION SOUGHT

El grupo de investigación bioCir de la Universidad de Alicante busca establecer acuerdos de licencia, de transferencia de tecnología y acuerdos de investigación conjunta con empresas interesadas en incorporar este procedimiento en sus procesos productivos o en participar en las etapas de validación y desarrollo posteriores.

En el marco de un **acuerdo de licencia**, se contempla la cesión de los derechos de uso de la tecnología a empresas que dispongan de capacidad industrial para su implementación y comercialización de los extractos resultantes.

En el marco de un **acuerdo de transferencia de tecnología**, el grupo ofrece la transmisión del conocimiento técnico asociado al procedimiento, incluyendo el soporte necesario para su correcta implementación en el entorno productivo del socio industrial.

En el marco de un **acuerdo de investigación conjunta**, el grupo está abierto a colaborar con socios industriales en la validación del proceso a escala piloto y en su adaptación a aplicaciones concretas, aportando su experiencia en optimización de procesos de extracción y caracterización de fracciones bioactivas.

Las **principales áreas de colaboración identificadas** por el grupo de investigación son las siguientes:

- Validación del proceso a escala piloto.
- Escalado industrial del procedimiento.
- Desarrollo de ingredientes funcionales y formulaciones comerciales.
- Evaluación de aplicaciones en matrices alimentarias y cosméticas.
- Desarrollo de soluciones de valorización de subproductos oleícolas.

Se buscan **preferentemente socios industriales** pertenecientes a los siguientes sectores:

- Empresas del sector oleícola interesadas en la valorización integral de sus subproductos agrícolas.
- Industrias de suplementación nutracéutica y alimentación funcional que demanden ingredientes antioxidantes naturales estandarizados.
- Empresas de cosmética natural y dermofarmacia orientadas a la formulación con activos de origen vegetal.
- Fabricantes de colorantes naturales o ingredientes funcionales para la industria alimentaria.
- Empresas del sector de fitosanitarios y bioestimulantes agrícolas interesadas en el desarrollo de formulaciones de base orgánica a partir de biomasa vegetal.
- Empresas especializadas en biorrefinería de biomasa agrícola o en la gestión y valorización de residuos del sector agroalimentario.

INTELLECTUAL PROPERTY RIGHTS

Esta tecnología se encuentra protegida mediante **solicitud de patente**.

- *Título de la patente: "Procedimiento de extracción de compuestos bioactivos a partir de hojas de olivo (*Olea europaea* L.)"*
- *Número de solicitud: P202630578*
- *Fecha de solicitud: 20 de abril de 2026*

MARKET APPLICATION (2)

Agroalimentación y Pesca
Tecnología Química