



# innoextract

## GRUPO OPERATIVO SUPRAUTONÓMICO

Protocolos Extractivos Innovadores de compuestos de interés en subproductos agroalimentarios



Unión Europea

Fondo Europeo Agrícola  
de Desarrollo Rural

Europa invierte en las zonas rurales



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE AGRICULTURA, PESCA  
Y ALIMENTACIÓN



Cofinanciación por la Unión Europea al 80% con cargo a FEADER y al 20% con cargo al Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, siendo la autoridad de gestión encargada de la aplicación de la ayuda FEADER y su parte nacional correspondiente la Dirección General de Desarrollo Rural, Innovación y Formación Agroalimentaria (DGDRIFA). Importe total de la ayuda aprobado: 484.641,92 €. El organismo responsable del contenido de esta publicación son los miembros beneficiarios del Grupo Operativo Innoextract

# INTRODUCCIÓN

La Innovación en materia de agricultura productiva y sostenible, son agrupaciones de actores de distintos perfiles (agricultores, ganaderos, selvicultores, industrias agroalimentarias o forestales, centros públicos o privados de I+D+i o de formación y asesoramiento, centros tecnológicos o instituciones sin fines de lucro), que se asocian para conseguir una innovación al objeto de resolver un problema o aprovechar una oportunidad, con el enfoque de acción conjunta y multisectorial. Cada grupo está asociado a su proyecto de innovación, manteniéndose hasta que dicha innovación se lleva a cabo.

La Programación de Desarrollo Rural 2014-2020 en España consta de un Marco Nacional, diecisiete Programas Regionales y un Programa Nacional, cuya submedida 16.1 está diseñada para la creación de los grupos operativos supraautonómicos, objeto de la subvención regulada por el Real Decreto 253/2016. Fruto del mismo, el Grupo Operativo “INNOEXTRACT”, pasando a formar parte de la Asociación Europea para la Innovación en materia de productividad y sostenibilidad agrícola.

El GO supraautonómico “Protocolos extractivos innovadores de compuestos de interés en subproductos agroalimentarios INNOEXTRACT” reúne a socios de las regiones de Extremadura, Andalucía y Murcia. El GO está integrado por empresas generadoras de subproductos, comercializadores y usuarios finales de compuestos de interés obtenidos a partir de subproductos agroalimentarios, así como organismos de investigación y una asociación que dará difusión de los logros que se consigan.

## OBJETIVO

El objetivo del GO INNOEXTRACT es desarrollar protocolos de extracción, alternativos al uso de disolventes orgánicos, para la obtención de diferentes compuestos de interés y en distintos subproductos mediante la utilización de tecnologías limpias no agresivas con el medio ambiente y con rendimientos elevados y económicamente viables, para su aplicación en el sector agrícola, alimentario, cosmética y suplementos alimentarios.

Como objetivos específicos se contemplan los siguientes:

- Selección y caracterización de residuos y subproductos de la industria agroalimentaria
- Desarrollo y aplicación de los protocolos de extracción tradicionales vs innovadores (libres de disolventes orgánicos).
- Aplicación industrial de los protocolos desarrollados. Extracción y purificación de los compuestos de interés.
- Aplicación y validación de los compuestos de interés obtenidos en diferentes campos de actividad industrial.

# MÉTODOS EXTRACTIVOS SOSTENIBLES

## EXTRACCIÓN DE COMPUESTOS DE INTERÉS

### INFORMACIÓN DE INTERÉS

Son numerosos los procedimientos descritos y/o patentados que puede haber para la extracción de un compuesto de interés.

Los extractos obtenidos se pueden aplicar en la industria alimentaria, pero también farmacéutica. Materia prima: residuos y subproductos orgánicos de frutas y verduras, ej.: tomate, uva, cítricos (mandarina, naranja, limón) ajo, cebolla, brócoli...

### OBJETIVO

Extracción de diferentes compuestos de interés/ activos de los residuos y subproductos orgánicos frutas y vegetales con actividad antioxidante, antimicrobiana o propiedades funcionales. Ej. Fibras, antioxidantes, aceites esenciales, azúcares, colorantes...

### METODOLOGÍA

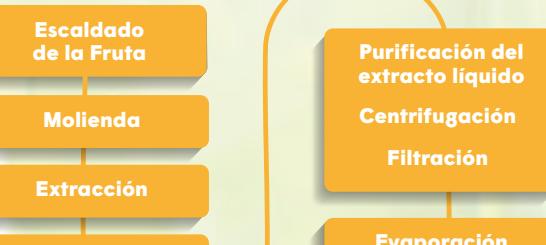
Los métodos de extracción de los compuestos de interés/activos van a depender del estado del material de partida, así como del tipo de compuesto a extraer. De forma general incluye ciertos pasos que son:

- **Pretratamiento de residuos**, que incluye el secado, molienda y homogenización (según el proceso de extracción es necesario o no secar).
- **Extracción de los compuestos activos**, que consiste en la separación de una o más especies de una matriz sólida o líquida, basada en la diferente solubilidad relativa de dicha sustancia o sustancias en un determinado solvente con respecto al resto de los componentes de la matriz. Este proceso de extracción se realiza mediante diferentes metodologías.
- **Concentración y purificación de los extractos**, en esta etapa se acondiciona el producto para obtenerlo con la pureza requerida, existen diferentes técnicas como son: filtración por membrana, cristalización, evaporación, destilación, etc.
- **Secado de los extractos** de forma suave, este proceso es importante para que los compuestos bioactivos obtenidos no se degraden y se puedan almacenar hasta su uso.

### METODOLOGÍA DE EXTRACCIÓN

Compresión en frío  
Extracción sólido-líquido (Percolación, Maceración, etc.)  
Nuevas formas de extracción con:

- Ultrasonidos.
- Microondas.
- Fluidos Supercríticos.
- Membranas.
- Pulsos eléctricos.



### VENTAJAS

- Proceso no complejo con tecnologías disponibles en el mercado.
- Proceso automatizado que requiere de poco personal para el control.
- Dispone de un amplio y nuevo mercado. Es compatible con otras formas de valorización.
- Las tendencias de alimentos funcionales favorecen su implantación.
- Hay mucha investigación al respecto que ofrece nuevas oportunidades.

### DESVENTAJAS

- No supone una valorización definitiva del subproducto orgánico procesado obteniendo prácticamente la misma cantidad de residuo al final que la cantidad entrante.
- El coste de la operación puede ser elevado.



Equipo ultrasonidos planta piloto del CTNC

### Extracción por ultrasonidos:

- Genera cavitación y aumenta la permeabilidad de las células de las paredes para liberar el compuesto de interés.
- Intensifica los efectos del tratamiento enzimático, reduciendo la cantidad de enzima necesaria.



Equipo ultrafiltración TROIL VEGAS ALTAS

### Extracción con membranas:

- Separa físicamente moléculas de diferentes tamaños y características.
- Requiere menos fases de procesado y permite obtener un mayor grado de pureza sin aditivos ni reactivos.

## ESCALADO SEMI-INDUSTRIAL DE LAS EXTRACCIONES





## GRUPO OPERATIVO SUPRAUTONÓMICO

Protocolos Extractivos Innovadores de compuestos de interés en subproductos agroalimentarios



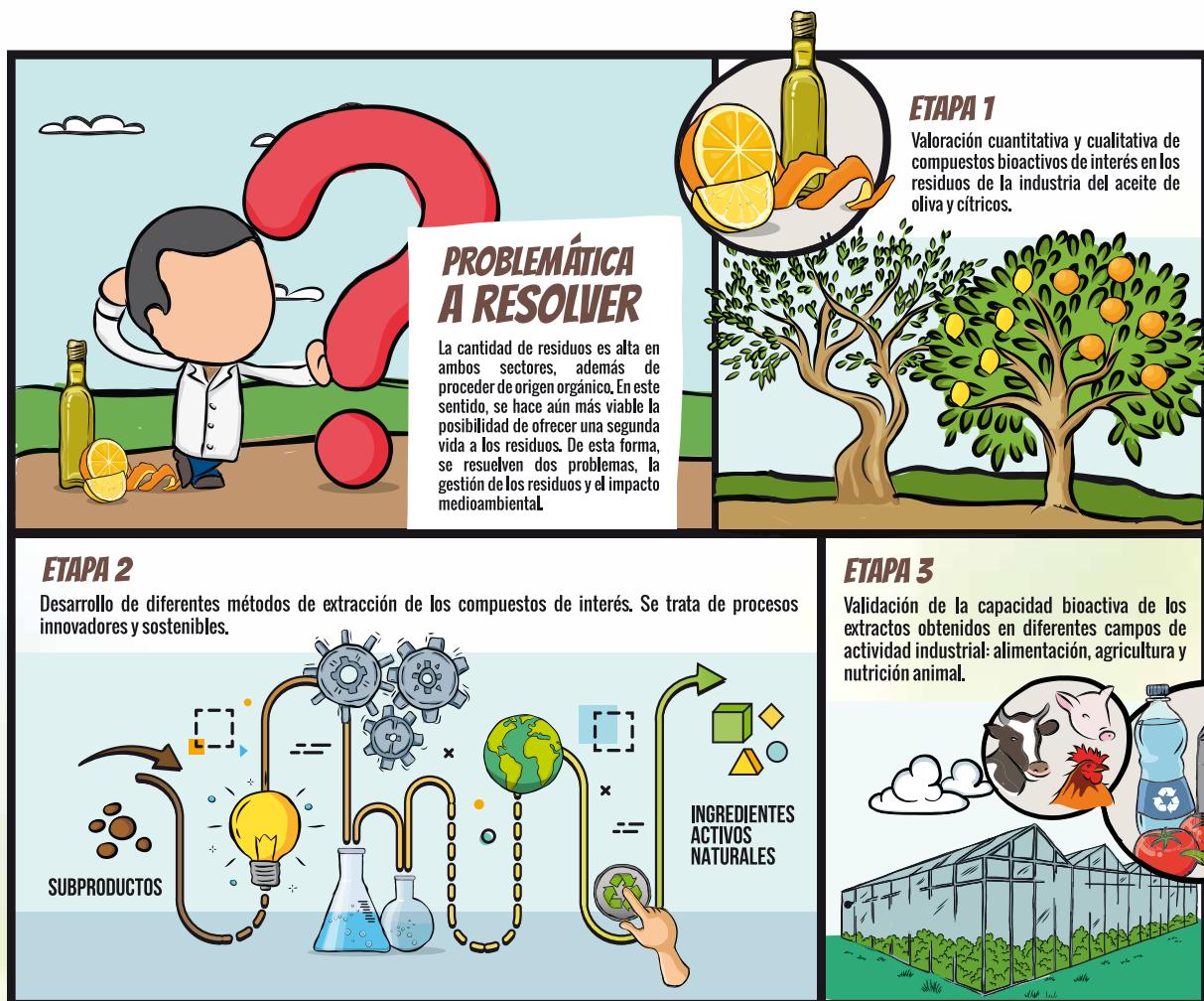


# innoextract

## GRUPO OPERATIVO SUPRAUTONÓMICO

Protocolos Extractivos Innovadores de compuestos de interés en subproductos agroalimentarios

Con este proyecto se busca poner en valor los residuos producidos en los sectores del aceite de oliva y cítricos. Esto se consigue, ofreciendo una segunda vida a los residuos a través de procesos extractivos innovadores y respetuosos con el medio ambiente.



Importe total de la ayuda aprobado: 484.641,92 € cofinanciado al 80% por el Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural – FEADER

# RESULTADOS

## Agronómicos

Han sido realizados diferentes análisis en seis subproductos procedentes de las industrias productoras de limón y de aceite de oliva: **alpechín ultrafiltrado, corteza de limón triturada y molida, residuo de limón procedente de la descarga de la deslodadora y de la centrifuga y, fibra cítrica**. Los parámetros analizados en estos subproductos han sido el contenido de vitamina C, ácidos orgánicos, aminoácidos totales, fenoles totales, compuestos inorgánicos (aluminio, cobalto y sodio), actividad antioxidante y zeatina, parámetros seleccionados por su potencial en cuanto a su aplicación agronómica. Prácticamente todos los subproductos han mostrado un alto contenido en polifenoles totales y una alta actividad antioxidante, destacando especialmente el subproducto de limón procedente de la descarga de la deslodadora. También se ha apreciado presencia de ácidos orgánicos en la mayoría de los subproductos. Los resultados obtenidos han sido utilizados para seleccionar los subproductos a evaluar en ensayos agronómicos de eficacia bioestimulante y biocida.

Han sido llevados a cabo tres ensayos consecutivos en laboratorio para evaluar la capacidad bioestimulante de cinco subproductos durante la germinación de semillas de lechuga y de tomate, y el desarrollo de dichas plántulas en placas de Petri. **El residuo de la deslodadora de limón ha demostrado tener un mayor potencial bioestimulante** de la germinación de semillas y del desarrollo vegetativo de plántulas.

Posteriormente, han sido realizados dos ensayos consecutivos bajo invernadero con plantas de pepino desarrolladas en macetas en suelo mejorado con una única aplicación realizada con cuatro subproductos, a modo de enmienda orgánica y nutricional del suelo.



### **La corteza molida de limón y el alpechín ultrafiltrado han mejorado el contenido de potasio y magnesio del suelo de cultivo.**

Los subproductos evaluados procedentes de la industria del limón aplicados a dosis de 15 y 30 t/ha no han permitido un buen drenaje del suelo de cultivo, produciendo asfixia radicular. El alpechín ultrafiltrado aplicado a las dosis de 5 y 10% ha aumentado de forma notable la conductividad eléctrica de la solución del suelo. Ambos tipos de subproductos deben ser formulados para evitar ambos problemas tras ser aplicados como enmienda nutricional y orgánica en suelos de cultivo.

Finalmente, ha sido realizado un ensayo bajo invernadero con plantas de pepino desarrolladas en macetas en suelo convencional para evaluar la eficacia biocida de tres subproductos para controlar poblaciones del hongo fitopatógeno oídio (*Erysiphe cichoracearum*) tras ser aplicados de forma foliar (subproductos de la industria del limón) y vía riego (alpechín ultrafiltrado) durante varias semanas de forma consecutiva. Los dos subproductos evaluados procedentes de la industria del limón han demostrado tener cierta eficacia fungicida a las dosis evaluadas.



### **Aplicación de los extractos obtenidos en la industria alimentaria**

En primer lugar, se realizó la evaluación de la bioactividad de los extractos con el fin de seleccionar aquellas aplicaciones viables dependiendo de las propiedades de cada uno de ellos.

Se recibieron 4 extractos (un extracto cítrico rico en fibra, un extracto cítrico rico en compuestos fenólicos, un extracto cítrico pobre en compuestos fenólicos y alpechín concentrado ultrafiltrado) y corteza de limón en polvo.



Alpechín concentrado ultrafiltrado



Extracto fibra cítrica



Extracto cítrico pobre en compuestos fenólicos



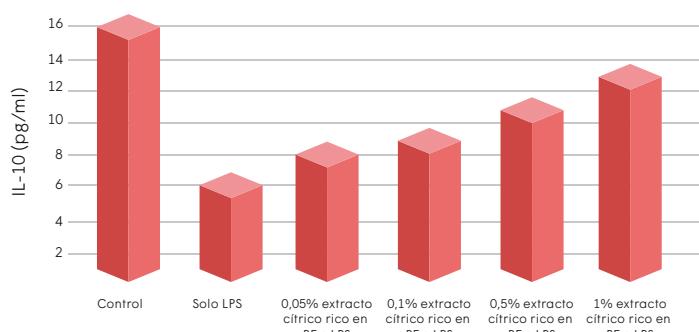
Extracto cítrico rico en compuestos fenólicos

Las actividades antioxidante y antimicrobiana se evaluaron en la corteza de limón en polvo, el extracto cítrico rico en compuestos fenólicos y pobre en compuestos fenólicos y en el alpechín concentrado ultrafiltrado. **En relación a la actividad antioxidante, los mejores resultados se obtuvieron con el alpechín concentrado ultrafiltrado y el extracto cítrico rico en compuestos fenólicos.** En cuanto a actividad antimicrobiana ninguno de los extractos presentó una actividad remarcable como para ser utilizados como tal frente a microorganismos alterantes de alimentos y patógenos.

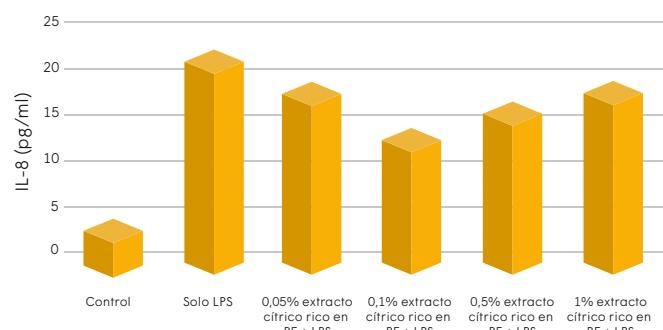
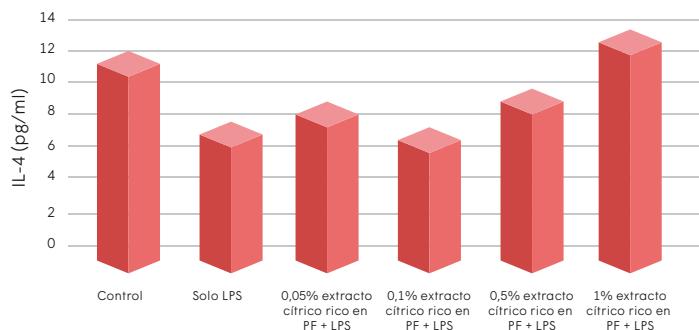
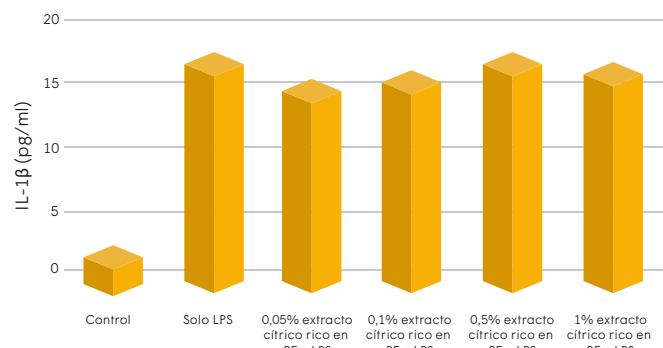
Con el fin de utilizarse como alimentos funcionales o nutracéuticos, además se evaluó la actividad anticancerígena de los extractos que mejor actividad antioxidante presentaron: el extracto cítrico rico en compuestos fenólicos y el alpechín ultrafiltrado concentrado, viéndose que **ambos extractos presentaban actividad anticancerígena a diferentes dosis frente a diferentes líneas celulares cancerosas de colon, mama y pulmón.**

Además, se evaluó su actividad inmunomoduladora frente a citoquinas antiinflamatorias y proinflamatorias viéndose **efectos interesantes en cuanto a inmunomodulación tanto para los extractos procedentes de residuos cítricos como de almazara.**

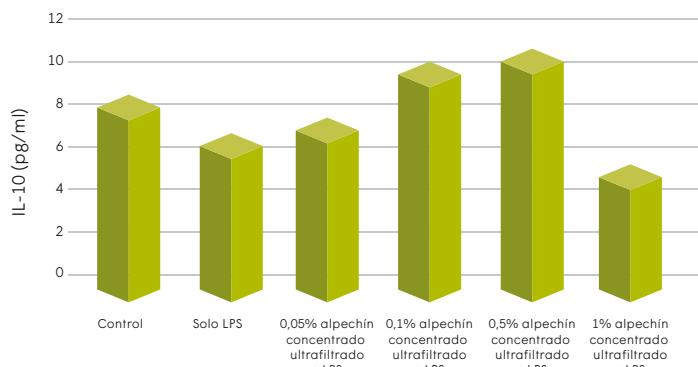
CITOQUINAS  
ANTIINFLAMATORIAS



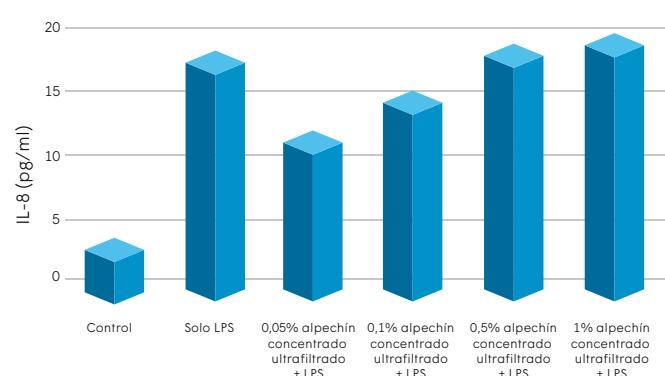
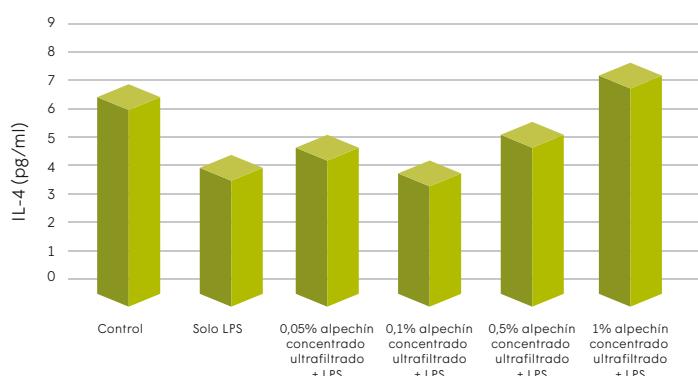
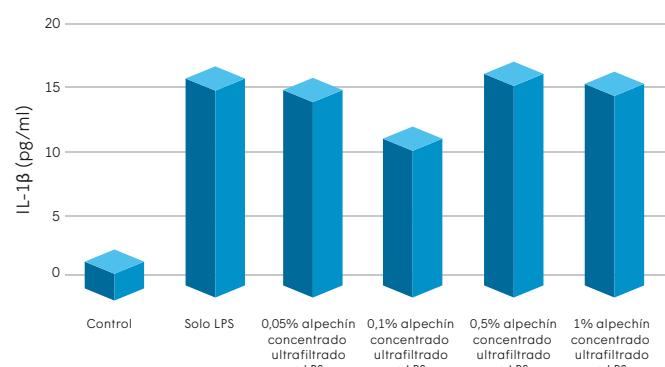
CITOQUINAS  
PROINFLAMATORIAS



## CITOQUINAS ANTIINFLAMATORIAS



## CITOQUINAS PROINFLAMATORIAS



Posteriormente se procedió a la evaluación del impacto organoléptico y funcional sobre matrices alimentarias.

Se estudió la sustitución de antioxidantes convencionales con número E- por el alpechin concentrado ultrafiltrado y el extracto cítrico rico en compuestos fenólicos en salsas, carne cruda, productos cárnicos curados y recubrimientos para productos de IV gama. En todos los casos, la dosis más efectiva suponía cambios organolépticos notables en el producto final.

Además, se evaluó **la sustitución de fibras convencionales** por el extracto de fibra cítrica, que dejó **muy buenos resultados en su aplicación sobre productos cárnicos tipo embutido (chorizo) y en hamburguesas.**





# innoextract

**GRUPO OPERATIVO SUPRAUTONÓMICO**

Protocolos Extractivos Innovadores de compuestos  
de interés en subproductos agroalimentarios

**Beneficiarios:**

**DOMCA**  
INNOVATIVE FOOD SOLUTIONS

 **Citricos de Murcia**

 **TROL**  
agroalimentos S.A.

 **technova**  
CENTRO TECNOLÓGICO

 **CTIC**  
Centro Tecnológico  
Nacional de la  
Conservación y  
Alimentación

 **ctaex**  
centro tecnológico  
nacional agroalimentario