

# INTRODUCCIÓN

## 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.



**innoextract**  
GRUPO OPERATIVO SUPRAAUTONÓMICO  
Protocolos Extractivos Innovadores de compuestos de interés en subproductos agroalimentarios



Unión Europea  
Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural  
Europe invierte en las zonas rurales

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.



MINISTERIO  
DE AGRICULTURA, PESCA  
Y ALIMENTACIÓN



PNDR  
PROYECTO NACIONAL  
DE INNOVACIÓN  
RURAL

# FICHA TÉCNICA 1

## EXTRACCIÓN CONVENCIONAL SÓLIDO-LÍQUIDO

### INFORMACIÓN DE INTERÉS

Consiste en la separación de compuestos bioactivos de una matriz sólida, basada en la diferente solubilidad relativa de dichas sustancias en el disolvente con respecto al resto de los componentes de la matriz.

### OBJETIVO

Obtención de compuestos de interés de un producto al ponerlo en contacto con el disolvente extracción.



### METODOLOGÍA

Hay procesos que utilizan el subproducto directamente o puede requerir un pretratamiento de secado o adecuación del tamaño de partícula, para facilitar la transferencia de las sustancias objetivo de la matriz al disolvente.

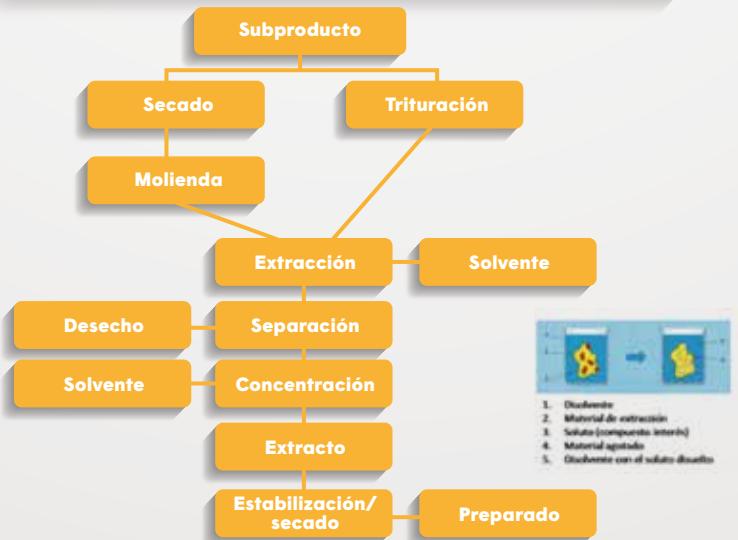
Los sistemas habituales incluyen un reactor de maceración o de percolación. En el primero la materia prima se alimenta a un recipiente de extracción y se mantiene el tiempo necesario a una temperatura determinada (se puede mantener una agitación constante para influenciar el gradiente de concentración con el disolvente); mientras que en el segundo se mantiene estático el sólido y el disolvente se hace pasar a través de él.

Se utilizan disolventes (más o menos polares), dependiente del tipo de extracto a conseguir. El agua es uno de los disolventes más utilizados junto con el etanol y el metanol, pero también se utilizan otros como el hexano, etc. En algunos procesos se debe ajustar el pH.

Posteriormente los extractos se purifican (se separan con tamices, decantadores, columnas, membranas, filtros), concentran (evaporación del disolvente, precipitación) y estabilizan (secado, cristalización, emulsión, encapsulación). En caso de percolación ya se filtran en el propio reactor.

### FACTORES DE EXTRACCIÓN

- Afinidad del disolvente de extracción con los compuestos bioactivos.
- Temperatura.
- Tiempo de contacto.
- Cantidad de solvente.



### VENTAJAS

- El etanol se puede utilizar para sustituir algunos disolventes orgánicos tóxicos o peligrosos.
- Proceso muy sencillo.

### DESVENTAJAS

- No es adecuado para extraer sustancias termolábiles. Algunos disolventes orgánicos que se pueden utilizar como agente extracto son tóxicos y pueden dejar restos en el producto final.
- La extracción con disolventes orgánicos requiere una etapa final de purificación como por ejemplo filtración o centrifugación.
- La extracción con disolventes orgánicos puede contaminar el residuo



**innoextract**  
GRUPO OPERATIVO SUPRAAUTONÓMICO  
Protocolos Extractivos Innovadores de compuestos de interés en subproductos agroalimentarios



Unión Europea  
Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural  
Europa invierte en las zonas rurales

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.



# FICHA TÉCNICA 2

## EXTRACCIÓN POR ULTRASONIDOS

### INFORMACIÓN DE INTERÉS

El aumento de la eficiencia no solo depende del método de extracción, sino, también, del material por extraer, la temperatura, el solvente, la presencia de sales y el tiempo de sonicación.

La aplicación de ultrasonidos de alta intensidad acelera el proceso de extracción con fluidos supercríticos.

### OBJETIVO

Obtención de compuestos de interés necesarios para la industria farmacéutica, cosmética, agroalimentaria, etc., como flavonoides, a través de métodos más económicos y sencillos que los tradicionales.



### METODOLOGÍA

La onda del ultrasonido causa una presión negativa a través de un líquido suficiente para que la distancia entre las moléculas del mismo exceda la mínima distancia molecular requerida para mantener el líquido intacto, lo que origina que las fuerzas de cohesión se rompan y se cree un vacío. A este vacío es a lo que se denomina burbujas de cavitación.

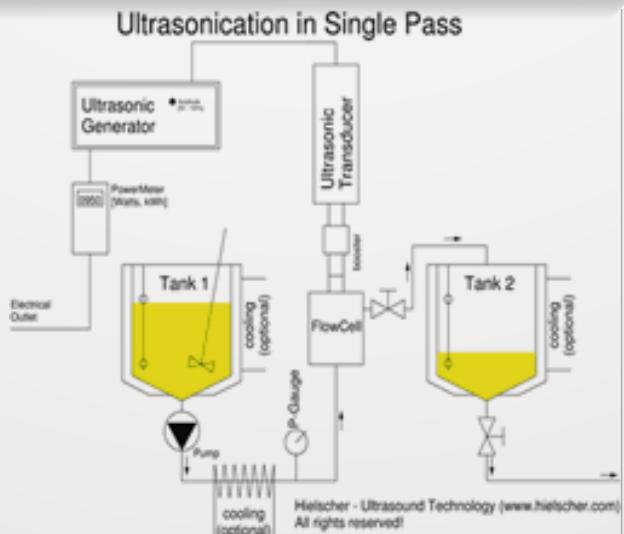
Las colisiones entre las burbujas de cavitación constituyen la primera fuente de los efectos químicos y mecánicos de la energía de ultrasonido. Cada choque puede ser considerado como un micro reactor en donde se crean instantáneamente temperaturas de varios miles de grados centígrados y presiones mayores a mil atmosferas.

Los fenómenos físicos que afectan la extracción de sustancias se ven afectados por la sonicación, ya sea que las sustancias de interés se encuentren en células internas o externas del tejido. Al reducir el tamaño de las partículas del material vegetal, se aumenta el área de exposición al solvente y a la cavitación producida.

El ultrasonido además facilita la rehidratación del tejido si se están utilizando materiales secos al abrir los poros, lo cual a su vez incrementa el transporte de masa de los constituyentes solubles por difusión y procesos osmóticos.

### FACTORES DE EXTRACCIÓN

- Afinidad del disolvente de extracción con los compuestos bioactivos.
- Temperatura.
- Tiempo de contacto.
- Cantidad de solvente.



### VENTAJAS

- Alta eficiencia.
- Posibilidad de extracción a baja temperatura.
- Se utiliza a menudo para mejorar la extracción de lípidos, proteínas y compuestos fenólicos de las plantas.
- Herramienta ampliamente aplicada tanto en la industria como en el laboratorio.
- Tecnología económica y con bajos requerimientos instrumentales.

### DESVENTAJAS

- Tecnología no implantada.
- Mano de obra especializada.
- Alto coste de inversión.



# FICHA TÉCNICA 3

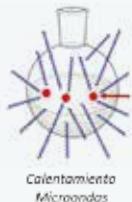
## EXTRACCIÓN CON MICROONDAS (MAE)

### INFORMACIÓN DE INTERÉS

La extracción asistida por microondas proporciona técnicas selectivas y rápidas en las que se obtienen recuperaciones mejores o similares a las obtenidas en los procesos de extracción convencionales.

### OBJETIVO

Extracción de compuestos de interés a través del calentamiento de la muestra por medio de radiación de microondas.



Calentamiento Convencional

Calentamiento Microondas

### METODOLOGÍA

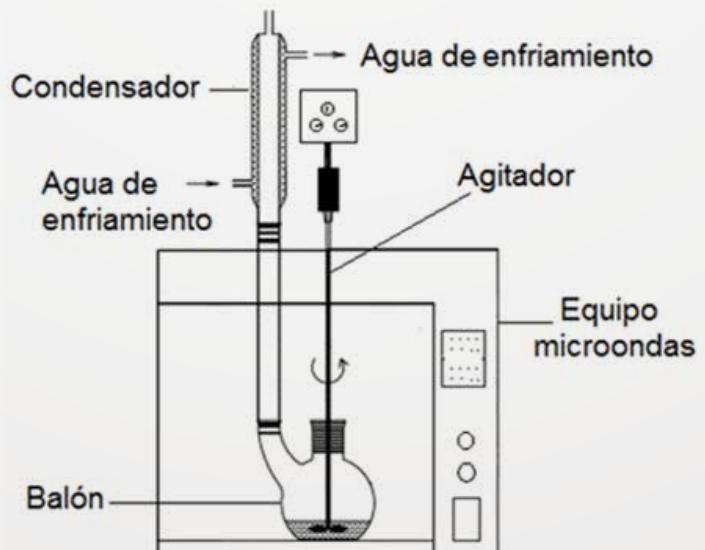
Las microondas son una radiación no-ionizante que provoca movimientos moleculares por migración de iones y rotación de los dipolos que contribuyen a una rápida transferencia de energía al solvente y materia vegetal. La rotación dipolar hace referencia al alineamiento, debido al campo eléctrico, de las moléculas de disolvente y de la muestra, que poseen momentos dipolares permanentes o inducidos. Al caer el campo eléctrico, se vuelve a alcanzar el desorden térmico por medio de la liberación de energía térmica. Al alcanzar la frecuencia de los hornos de microondas, el alineamiento de las moléculas con el campo, seguido de su vuelta al desorden, implica un rápido calentamiento.

Cuanto mayor es la constante dieléctrica, mayor es la absorción de energía.

### FACTORES DE EXTRACCIÓN

La aplicación de la energía de microondas puede llevarse a cabo por medio de dos tecnologías:

- Vasos cerrados (controlando presión y temperatura)
- Vasos abiertos (a presión atmosférica)



### VENTAJAS

- Menor toxicidad (en ocasiones) de los disolventes empleados.
- Menor cantidad de residuos.
- MAE es más rápida y emplea menos disolvente que los procedimientos de extracción líquida tradicionales. La energía está localizada y se aprovecha mejor (menor consumo)
- El tamaño de muestra puede ser muy variado.
- MAE es una técnica robusta y fácil de usar.
- Se pueden extraer varias muestras a la vez.
- No hace falta deshidratar o procesar la muestra.

### DESVENTAJAS

- Menor toxicidad (en ocasiones) de los disolventes empleados.
- Menor cantidad de residuos.
- MAE es más rápida y emplea menos disolvente que los procedimientos de extracción líquida tradicionales. La energía está localizada y se aprovecha mejor (menor consumo)
- El tamaño de muestra puede ser muy variado.
- MAE es una técnica robusta y fácil de usar.
- Se pueden extraer varias muestras a la vez.
- No hace falta deshidratar o procesar la muestra.



**innoextract**  
GRUPO OPERATIVO SUPRAAUTONÓMICO  
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



PNDR  
Programa Operativo de Desarrollo Rural

Co-financiación 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.

# FICHA TÉCNICA 3

## EXTRACCIÓN ENZIMÁTICA

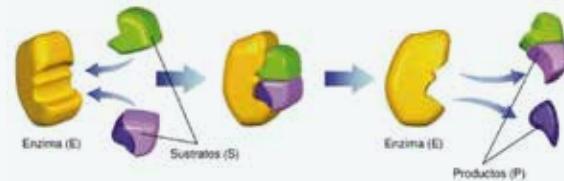
### INFORMACIÓN DE INTERÉS

Los enzimas son proteínas que catalizan reacciones químicas en los seres vivos. Actúan en pequeña cantidad y se recuperan de manera indefinida.

Mat prima: Esta tecnología ha sido empleada en varias frutas y hortalizas como manzana, fresa, orujo etc.

### OBJETIVO

Aumento del rendimiento de extracción de compuestos de interés.



### METODOLOGÍA

Adición de enzimas para facilitar la liberación de los compuestos bioactivos sin desestabilizar la materia de partida. Posteriormente las enzimas son recuperadas o inactivadas.

Existen varios tipos de enzimas, dependiendo del tipo de acción que se desee obtener se seleccionan unas enzimas u otras.

### FACTORES DE EXTRACCIÓN

- pH.
- Temperatura.
- Concentración de la enzima.
- Tiempo de reacción enzimática.
- Actividad de inhibidores.
- Selectividad de la enzima hacia el compuesto de interés.

### VENTAJAS

- Las enzimas se pueden reutilizar.
- Alta eficiencia y especificidad.
- Se reduce el consumo de disolventes.
- Se reduce el tiempo del proceso de extracción convencional.

### DESVENTAJAS

- Inhibición de las enzimas con algunos componentes.
- Coste de las enzimas.



**innoextract**  
GRUPO OPERATIVO SUPRAAUTONÓMICO  
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



MINISTERIO DE  
AGRICULTURA, PESCA  
Y ALIMENTACIÓN

# FICHA TÉCNICA 4

## EXTRACCIÓN CON FLUIDOS SUPERCRITICOS (FSC)

### INFORMACIÓN DE INTERÉS

Es un método que se utiliza para obtener productos de alto valor añadido, presenta condiciones óptimas para su uso en la industria cosmética, farmacéutica o alimentaria.

Se pueden utilizar co-solventes para mejorar el poder de extracción.

La selectividad es en función de las condiciones de presión y temperatura.

### OBJETIVO

Reemplazar disolventes orgánicos por fluidos supercríticos. Un fluido supercrítico es un estado de la materia en la que se encuentra bajo condiciones de presión y temperatura superior a su punto crítico, en este estado posee propiedades de un gas y de un líquido.

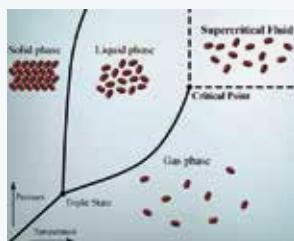
Estas propiedades proporcionan en algunos casos rendimientos de extracción equiparables al de extracciones con disolventes orgánicos.

### METODOLOGÍA

Se basa en utilizar los cambios en la capacidad de disolución que presenta un fluido, por encima de su punto crítico, con la presión y temperatura.

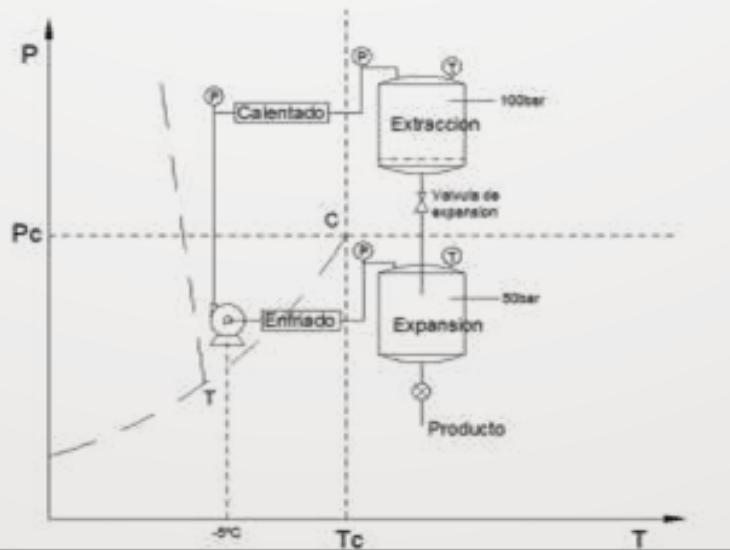
Aunque se han investigado muchos fluidos supercríticos, el dióxido de carbono es el más utilizado, es comprimido hasta la presión de trabajo, por encima de los 73 bar y calentado por encima de los 31°C (condiciones para fluido supercrítico).

El equipo consta de una célula donde se pone en contacto la matriz a extraer y el FSC, posteriormente los analitos solubles se reparten desde la matriz de la muestra hacia el fluido supercrítico, el cual se descomprime, sin pérdidas, a través de un restrictor de flujo variable, y se dirige hacia el vial de recolección. En el caso de los líquidos se trata de una columna de extracción en la que se introduce el dióxido de carbono supercrítico por la parte inferior y el líquido a tratar por la parte superior.



### FACTORES DE EXTRACCIÓN

- Características del FSC.
- Características del analito.
- Características de la materia prima.
- Factores dinámicos (tiempo de extracción, caudal de fluido, tamaño de la célula de extracción, etc.)
- Tratamientos previos de la muestra.



### VENTAJAS

- Técnica limpia, selectiva y eficiente.
- No requiere trabajar a altas temperaturas.
- El extracto se obtiene libre de impurezas.
- Uso del CO<sub>2</sub> supercrítico conlleva una disminución del consumo de energía.
- Requiere menores tiempos de extracción.
- Los FSC pueden penetrar en los poros de los sólidos mucho más fácilmente que los líquidos.

### DESVENTAJAS

- Dificultad para extraer compuestos polares e iónicos.
- Tiene mayor complejidad técnica que los métodos convencionales.
- Elevado coste de equipos.



**innoextract**  
GRUPO OPERATIVO SUPRAAUTONÓMICO  
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



PNDR  
Programa de Desarrollo Rural

Co-financiación 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: 484.611,92 €. El organismo responsable del contenido de esta publicación son los miembros beneficiarios del Grupo Operativo Innoextract.

# FICHA TÉCNICA 5

## EXTRACCIÓN CON MEMBRANAS

### INFORMACIÓN DE INTERÉS

La filtración por membrana es un método de separación física que permite separar moléculas de diferentes tamaños y características.

La fuerza impulsora es la diferencia de presión entre los dos lados de una membrana especial.

### OBJETIVO

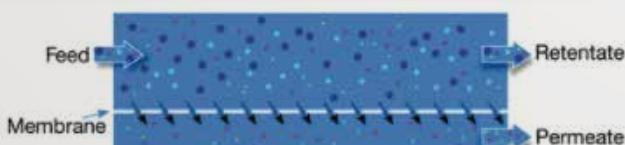
Obtención de compuestos de interés mediante la separación de las sustancias disueltas de acuerdo con el tamaño de sus partículas o de su carga eléctrica.

### METODOLOGÍA

La filtración por membrana es el paso de un flujo a través de un sistema de membranas que lo separa en dos corrientes: el permeado y el retenido. La membrana que las separa es una barrera física con características muy específicas que hacen que solo puedan atravesarla ciertas sustancias seleccionadas del flujo. Para forzar el paso del líquido a través de los poros se necesita presión.

Hay cuatro tipos de membranas definidas en función del tamaño de las sustancias que separan del líquido de entrada (tamaño de sus poros):

- Osmosis inversa (<0,1 nm)
- Nanofiltración (0,1 nm - 0,001 µm)
- Ultrafiltración (0,04 -0,1 µm)
- Microfiltración (0,1 -10 µm)



### FACTORES DE EXTRACCIÓN

- Tamaño de poro.
- Presión.
- Concentración inicial.
- Caudal de tratamiento.
- Velocidad de flujo.



### VENTAJAS

- Menor coste de instalación que otras tecnologías extractivas alternativas.
- Menor consumo energético.
- Alta flexibilidad.
- No se generan residuos (fotas de filtración), evitando los gastos asociados a su gestión.
- Requiere menos fases de procesado y permite obtener un mayor grado de pureza.
- No es necesario el uso de aditivos ni reactivos.

### DESVENTAJAS

- Baja selectividad de compuestos.
- Requiere una etapa final de purificación de los compuestos extraídos.



**innoextract**  
GRUPO OPERATIVO SUPRAAUTONÓMICO  
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



PNDR  
Programa de Desarrollo Rural