



# GUÍA para la SELECCIÓN de las MEJORES TÉCNICAS DISPONIBLES de VALORIZACIÓN en la REGIÓN del SUDOE

(España, Midi-Pyrénées, Aquitania, Portugal)

2012



<b>1. Introducción</b>	<b>2</b>
<b>2. Tipología de residuos</b>	<b>2</b>
<b>3. Criterios de selección de tecnologías de valorización</b>	<b>4</b>
<b>4. Tecnologías de valorización disponibles y sus aspectos clave</b>	<b>8</b>
<b>4.1. Valorización energética</b>	<b>8</b>
<b>4.2. Valorización alimentaria</b>	<b>13</b>
- <b>Extracción</b>	<b>13</b>
- <b>Filtración</b>	<b>25</b>
- <b>Concentración-secado</b>	<b>27</b>
- <b>Reestructuración-texturización</b>	<b>33</b>
<b>4.3. Valorización agrícola</b>	<b>34</b>
<b>4.4. Valorización ambiental</b>	<b>35</b>



## 1. Introducción

El objetivo que se persigue con esta guía para la selección de las Mejores Tecnologías Disponibles para la valorización es identificar y difundir tecnologías de tratamiento y valorización de subproductos de aplicación en PYMES de actividades productivas de transformación de vegetales del SUDOE (Portugal, Francia: Aquitania, Midi-Pyrénées y España)

Para ello:

1. Se ha compilado la información disponible en relación a la generación, tratamiento y valorización de residuos procedentes de la industria de transformados vegetales en los territorios participantes y en el conjunto del SUDOE.
2. Se han identificado las mejores tecnologías disponibles para el tratamiento y valorización de los residuos en los ámbitos de la obtención de componentes de interés para la industria agroalimentaria y de la generación energética (creación de una base de datos disponible en [www.proyectovalue.eu](http://www.proyectovalue.eu))

## 2. Tipología de residuos

El sector de transformados vegetales agrupa las empresas que procesan materia prima vegetal mediante cualquier técnica de conservación: esterilización por calor, congelación, desecación, refrigeración, atmósferas modificadas... En el análisis de situación de la industria de transformados vegetales de cada una de las zonas de la región SUDOE (Portugal, Aquitania, Midi-Pyrénées, España) se han recogido los distintos residuos generados. (*Informe de GENERACION y VALORIZACION de RESIDUOS PROCEDENTES de la INDUSTRIA AGROALIMENTARIA*, [www.proyectovalue.eu](http://www.proyectovalue.eu)). A continuación se resume la tipología de residuos que se producen con mayor impacto en las distintas regiones:



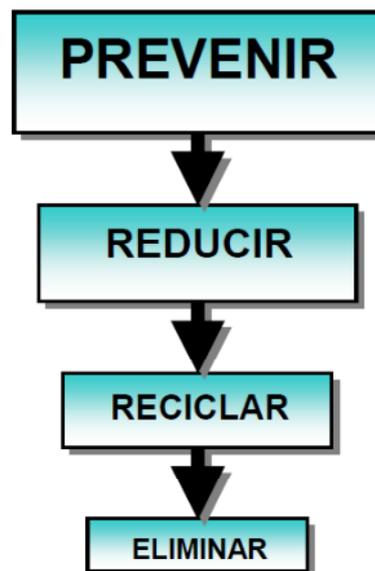
REGIÓN	SUBSECTOR	TIPO DE SUBPRODUCTO
<b>PORTUGAL</b>	Vitivinícola	Bagazo de uva Borra de vino Bagazo de uva sin alcohol
	Almazaras	Alperujo
	Sector cervecero	Levadura Malta Levadura seca
	Producción arroz, frutos secos	Cascarilla de arroz, de almendra, de nuez
	Frutas y hortalizas	Pulpa de algarroba Tomate Pulpa de cítricos
<b>Aquitania FRANCIA</b>	La industria de conservación y congelación de vegetales Productoras de mermeladas zumos, néctares y siropes	Restos vegetales (tallos, pedúnculos) Materias primas de rechazo: Ciruela y el kiwi, así como las legumbres, el maíz dulce y la zanahoria
<b>Midi-Pyrénées FRANCIA</b>	Industria láctea	Sueros
	La industria de transformación de frutas (mermeladas) y legumbres	Destríos de la producción de compotas y mermeladas.
	Vitivinícola	Bagazo de uva
<b>ESPAÑA</b>	Industria de conservas vegetales y de frutas Industria de congelados vegetales	Subproductos de la transformación (partes no aprovechables) No conformes Excedentes Hortalizas Cítricos No cítricos
	Almazaras	Alperujo
	Vitivinícola	Bagazo vino



### 3. Criterios de selección de tecnologías de valorización

#### Pirámide de jerarquización

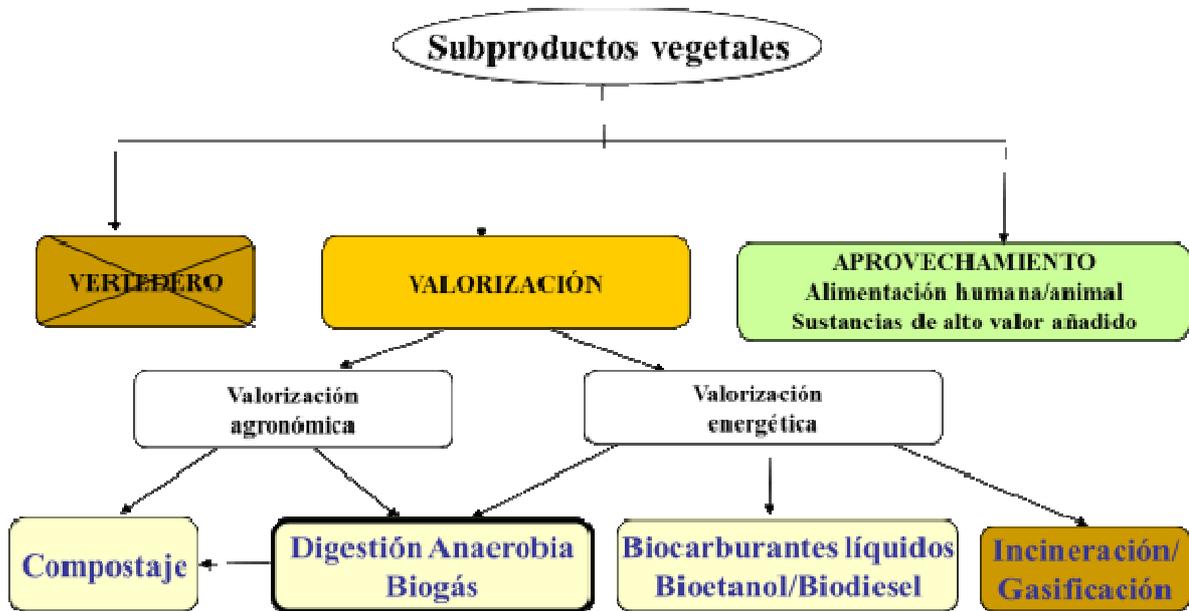
La estrategia para la correcta gestión de residuos se centra en la prevención, es decir, en intentar evitar la generación de los residuos. Para ello los esfuerzos se deben centrar en el incremento de la eficiencia de los procesos y en los planes de prevención de generación de residuos, vertidos y emisiones. Esto se logra a través de la aplicación de tecnologías de minimización, así como impulsando la valorización de los subproductos, y promocionando la reutilización tanto interna como externa, así como el reciclaje. Esta estrategia se puede representar en la siguiente figura:



#### ¿Cómo proceder para la correcta gestión de los subproductos vegetales generados?

Siguiendo la pirámide jerárquica de aprovechamiento, después de intentar la reducción, se debería potenciar primeramente el uso alimentario (humano y alimentación animal). A continuación se daría prioridad a otros aprovechamientos industriales, como el aprovechamiento energético, o la valorización para uso agronómico (como por ejemplo el compostaje). La última opción es la gestión en vertedero o incineración.

Esto se representa en el siguiente esquema:



	<p>Intercambio y transferencia tecnológica sobre Valorización de residuos de la industria de transformados vegetales del SUDOE</p>		 <p>UE / EU - FEDER / ERDF</p>
---	--	--	---

Por lo tanto, la jerarquía de valorización a aplicar es la siguiente:



### ¿Cómo proceder para la correcta selección de la tecnología de valorización de los subproductos vegetales generados?

Primeramente, es necesario tener conocimiento del sector generador de subproductos:

- tipo de actividad, proceso de producción,
- continuidad,
- tipología de materias primas procesadas,

En este sentido, la industria de transformados vegetales se caracteriza por: una actividad discontinua (en campañas) y por el manejo de una gran variedad de materias primas que requieren diferentes procesos de fabricación. Desde el punto de vista de la rentabilidad de las plantas de valorización tan importante es el volumen de residuo como la cercanía del mismo a la planta dado el alto coste económico y ambiental del mismo.

- **Tipo de subproducto**, punto de origen del subproducto (proceso al que ha sido sometido), calidad,... estacionalidad de la producción, homogeneidad y disponibilidad del material (origen geográfico)



- **Aplicaciones**

- **Producto resultante**, es importante realizar una caracterización de los subproductos para conocer el potencial de aprovechamiento y poder así seleccionar el mejor proceso de valorización.
- **Mercado potencial**, tan importante es tener conocimiento del potencial valorizador del subproducto como de si existe o no un mercado demandante del producto obtenido. Para ello es interesante realizar un análisis de mercado.
- **Grado de viabilidad**: grado de madurez de la tecnología.
  - **Experimental**: desarrollo a nivel de ensayos de laboratorio, prototipo piloto.
  - **Media**: desarrollo semiindustrial.
  - **Alta**: plantas a nivel industrial aunque sea para otras aplicaciones.

Dadas las características de los subproductos vegetales que pasan a ser materias primas de los procesos de valorización interesa que el proceso sea lo más universal posible, teniendo en cuenta:

- **Factores de influencia**: legislación vigente, factores técnicos (requerimientos operacionales), factores económicos y de mercado.



#### 4. Tecnologías disponibles de valorización y sus aspectos clave

Las opciones actualmente contempladas para la valorización de los residuos generados por la industria transformadora de vegetales son a) el aprovechamiento en el propio proceso productivo, b) la extracción de compuestos de elevado valor, c) la alimentación animal, d) el abono orgánico directo, e) compostaje, f) aprovechamiento energético (producción de etanol y metano). Las opciones de valorización y tecnologías disponibles se han recogido en unas fichas técnicas, que a su vez están disponibles en una Base de Datos. La información de la Base de Datos permite buscar soluciones de valorización para los diferentes subproductos vegetales con las diversas tecnologías disponibles. La Base de Datos, se encuentra disponible en la web del proyecto VALUE: [www.proyectovalue.eu](http://www.proyectovalue.eu)

En la actualidad se tienen una serie de tecnologías de valorización que en función de la madurez de la tecnología y la problemática existente en cuanto a generación de subproductos se encuentran en menor o mayor medida implantadas.

Se distinguen las siguientes formas de valorización:

##### 4.1. Valorización energética

###### Bioetanol

Se produce por la fermentación de los azúcares contenidos en la materia orgánica de las plantas. En este proceso se obtiene el alcohol hidratado, con un contenido aproximado del 5% de agua, que tras ser deshidratado se puede utilizar como combustible.

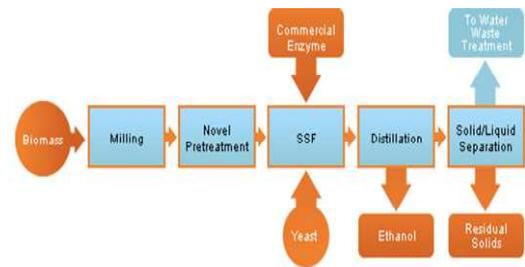
El bioetanol mezclado con la gasolina produce un biocombustible de alto poder energético con características muy similares a la gasolina pero con una importante reducción de las emisiones contaminantes en los motores tradicionales de combustión. El etanol se usa en mezclas con la gasolina en concentraciones del 5 o el 10%, E5 y E10 respectivamente, que no requiere modificaciones en los motores actuales.

	<p>Intercambio y transferencia tecnológica sobre Valorización de residuos de la industria de transformados vegetales del SUDOE</p>		 <p>UE / EU - FEDER / ERDF</p>
---	--	--	---

## BIOETANOL



Fuente: Abengoa Fabrica etanol 2G Babilafuente



Fuente. Abengoa. Esquema bioetanol 2G

### POTENCIAL-ORIGEN

Subproductos utilizables	Residuos líquidos y sólidos de la producción de zumos y/o mermeladas, residuos de tomate, de guisantes, de judías, patatas, zanahoria...
--------------------------	--

### APLICACIONES

Productos a obtener	Etanol, DDGS
Mercados potenciales	Alimentación animal, empresas energéticas

### FACTORES DE INFLUENCIA

Técnicos (requerimientos operacionales)	Rendimientos, escalado planta...
Económicos y de mercado	Escalado planta, disponibilidad de gasolinas optimas para el mezclado, reticencias sector automoción al empleo de mezclas E10
Legislativos	Cumplimiento de criterios de sostenibilidad en todo el proceso productivo, regulación empleo de mezclas E10 y superiores, desarrollo normativa
<b>GRADO DE VIABILIDAD</b>	Disponibilidad materia prima bajo coste, tecnología madura y producto con mercado potencial



### Biometanización o digestión anaerobia

Es un proceso biológico de degradación de la materia orgánica en ausencia de oxígeno que conduce a la obtención de una mezcla de gases conocida como biogás, que puede ser utilizada como combustible, y un residuo estabilizado con posibilidad de valorización agrícola y/o energética.

<b>POTENCIAL-ORIGEN</b>	
Subproductos utilizables	Verduras, frutas cítricas, frutas no cítricas, patata, subproductos generados en la elaboración del vino y de la sidra, pulpa de café, etc.
<b>APLICACIONES</b>	
Productos a obtener	Combustible en forma de gas metano. Sustrato para abono agrícola.
Mercados potenciales	Mercado energético. Sector agrícola.
<b>FACTORES DE INFLUENCIA</b>	
Técnicos	Sistemas de control de las condiciones adecuadas para generación de biogás metano: anoxia, temperatura, pH, etc. Control de la carga orgánica que se alimenta para no inhibir la metanogénesis. Adecuación de las instalaciones y tecnologías a las necesidades de cada lugar y momento.
Económicos y de mercado	Elevado coste logístico de transporte de la materia prima a la planta de generación de biogás. Competencia del gas propano, electricidad, etc. Generación de biogás lenta. Sistema más barato y menos complejo que la incineración. Tratamiento complementario o alternativo al compostaje que permite un mayor aprovechamiento económico del residuo.
Legislativos	Necesidad de tratamiento integral del subproducto: lodos digeridos.
<b>GRADO DE VIABILIDAD</b>	Media



**Combustión**

Se basa en la oxidación completa del material, produciéndose gases calientes y cenizas, mediante el empleo de aire en cantidad superior a la estequiométrica. La tecnología dominante se basa en calderas de parrillas, sobre todo en calderas de tamaño pequeño o mediano, incrementándose el uso de lechos fluidizados en calderas de tamaño medio-grande. Estos gases calientes generan vapor, agua caliente o calientan fluido térmico en la caldera con una eficiencia similar a las calderas de combustibles fósiles. Este calor puede aprovecharse en el proceso de producción. En plantas de generación eléctrica el vapor generado alimenta una turbina para la generación eléctrica con eficacias en el rango 20%-30% dependiendo de la escala.



<b>POTENCIAL-ORIGEN</b>	
Subproductos utilizables	Sarmientos Vid, ramilla de uva, Orujo de uva, Hueso aceituna, orujillo, cascara frutos secos (Almendra, avellana, piñón), paja cereales, cascarilla arroz, residuo campo... Biotomasas con humedades menores del 55%.
<b>APLICACIONES</b>	
Productos a obtener	Energía eléctrica y/o vapor, agua caliente o fluido térmico caliente
Mercados potenciales	Usos térmicos, usos eléctricos. Redes calefacción centralizada, generación de calor en la industria, planta de generación eléctrica.
<b>FACTORES DE INFLUENCIA</b>	
Técnicos (requerimientos operacionales)	Parámetros críticos del combustible a valorar: - humedad del combustible;- granulometría - contenido en Cl, N, S - contenido en cenizas -composición de cenizas y fusibilidad de cenizas
Económicos y de mercado	La generación térmica es competitiva con el gasoil en casi todos los casos y en muchos casos con el gas natural. Con el marco de primas del RD 661/07 la viabilidad de las plantas de generación eléctrica es posible solo en algunos casos (coste del combustible y escala de planta)
Legislativos	RD 661/2007 régimen especial. Legislación medioambiental, legislación de aparatos a presión y legalización de instalaciones.
<b>GRADO DE VIABILIDAD</b>	La combustión de biomasa es una tecnología fiable disponible comercialmente y se encuentra en multitud de plantas en todo el mundo. Se debe diferenciar entre grandes plantas de biomasa y el consumo en instalaciones individuales propias del sector de la pequeña industria y doméstico orientadas a la generación de calor.

	<p>Intercambio y transferencia tecnológica sobre Valorización de residuos de la industria de transformados vegetales del SUDOE</p>		 <p>UE / EU - FEDER / ERDF</p>
---	--	--	---

### Gasificación

Es el proceso por el que un combustible sólido se convierte mayoritariamente en un gas combustible mediante la aplicación de calor generado en la combustión parcial de éste. Este gas combustible puede utilizarse para la generación de energía térmica en calderas o utilizarse en motores de combustión interna para la generación eléctrica.

	
<b>POTENCIAL-ORIGEN</b>	
Subproductos utilizables	Requisitos en granulometría, densidad, humedad y fusibilidad de cenizas específicos de cada tecnología y aplicación. En general biomasa de baja humedad y alta temperatura de fusión de cenizas.
<b>APLICACIONES</b>	
Productos a obtener	Energía eléctrica o térmica
Mercados potenciales	Aplicaciones térmicas, aplicaciones eléctricas.
<b>FACTORES DE INFLUENCIA</b>	
Técnicos (requerimientos operacionales)	Parámetros críticos del combustible a valorar: humedad del combustible; - granulometría - contenido en Cl, N, S - contenido en cenizas -composición de cenizas y fusibilidad de cenizas
Económicos y de mercado	Con el marco de primas del RD 661/07 la viabilidad de las plantas de generación eléctrica es posible solo en algunos casos (coste del combustible y escala de planta)
Legislativos	RD 661/2007 régimen especial. Legislación medioambiental, legislación de aparatos a presión y legalización de instalaciones.
<b>GRADO DE VIABILIDAD</b>	La gasificación de biomasa es una tecnología no madura y todavía de fiabilidad limitada.



## 4.2. Valorización alimentaria

### - EXTRACCIÓN

#### **Líquido-líquido**

Se basa en la distribución o reparto de los solutos entre dos fases inmiscibles en las cuales el compuesto y la matriz tienen solubilidades diferentes. En la mayoría de los casos, una de las fases es un medio acuoso y la otra un disolvente orgánico, por lo que frecuentemente se menciona esta técnica como extracción con disolventes orgánicos o, simplemente, extracción con disolventes. La sensibilidad y la eficacia del proceso de extracción dependen de la elección de los dos disolventes inmiscibles. Cuando se



utiliza una fase acuosa y un disolvente orgánico, los compuestos más hidrofílicos quedarán preferentemente en la fase acuosa y los más hidrofóbicos pasarán al disolvente orgánico. Existe una variante:

**Extracción líquido a presión (ELP)** se aplica presión durante el proceso de extracción, lo que permite obtener una temperatura superior del punto de ebullición de los disolventes. El uso de altas temperaturas aumenta la transferencia de masa y las tasas de extracción, y disminuye el tiempo de reacción y el consumo de disolventes orgánicos.

	<p>Intercambio y transferencia tecnológica sobre Valorización de residuos de la industria de transformados vegetales del SUDOE</p>	  <p>UE / EU - FEDER / ERDF</p>
---	--	--

## EXTRACCIÓN LÍQUIDO-LÍQUIDO

### POTENCIAL-ORIGEN

Subproductos utilizables	Corrientes acuosas generadas i) durante el procesamiento de residuos agrícolas, o industriales, incluyendo los licores escurridos de los sólidos residuales, o ii) durante el procesamiento hidrolítico de materiales lignocelulósicos.
--------------------------	---

### APLICACIONES

Productos a obtener	Compuestos fenólicos: flavonoides ejercen efectos beneficiosos sobre la salud humana entre los que destacan: antialérgico, antiinflamatorio, antiviral, anticancerígeno, antioxidante ( <i>Larrauri, 1996</i> ).
Mercados potenciales	Productos de alto valor añadido, industrias: alimentaria, farmacéutica, química y cosmética, fundamentalmente ( <i>Larrauri, 1994</i> ).

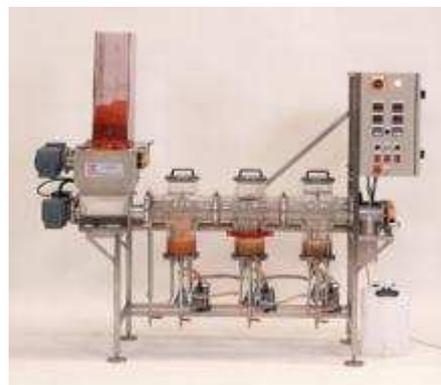
### FACTORES DE INFLUENCIA

Técnicos (requerimientos operacionales)	Necesidad de realización de analíticas previas del subproducto vegetal a valorizar para ver la idoneidad del producto de valor a extraer. La estacionalidad en la generación de los subproductos debe considerarse en el dimensionamiento de las líneas de procesado y en el planteamiento de alternativas diferentes en función del volumen disponible.
Económicos y de mercado	Limitado a corrientes acuosas. Costes de tratamiento y extracción muy elevados pero precio del producto en el mercado en algunos casos también muy elevado. Necesidad de disminuir costes de secado. La valorización integral de las fracciones puede posibilitar la rentabilidad de los procesos.
Legislativos	En función del disolvente empleado. Necesidad de tratamiento integral del subproductos: residuo de la extracción.
<b>GRADO DE VIABILIDAD</b>	Medio, bajo coste de inversión, limitado a corrientes acuosas.No toda la parte de los subproductos vegetales es valorizable.



### Sólido-líquido

A partir de muestras sólidas con disolventes, generalmente conocida también como lixiviación, es un método muy utilizado en la separación de compuestos antioxidantes a partir de residuos sólidos. Requieren la extracción con disolventes convencionales y la posterior eliminación del disolvente para obtener un extracto concentrado. Los disolventes más habituales son agua acidificada, etanol y metanol. La extracción a esta pequeña escala presenta interés para realizar la caracterización de los compuestos del material en estudio.



<b>POTENCIAL-ORIGEN</b>	
Subproductos utilizables	Residuos vegetales sólidos
<b>APLICACIONES</b>	
Productos a obtener	Compuestos antioxidantes
Mercados potenciales	Extracción de compuestos de alto valor añadido para enriquecimiento de productos alimentarios
<b>FACTORES DE INFLUENCIA</b>	
Técnicos (requerimientos operacionales)	Manejo disolventes adecuados para la obtención de buenos rendimientos de extracción. Necesidad de realización de analíticas previas del subproducto vegetal a valorizar para ver la idoneidad del producto de valor a extraer. La estacionalidad en la generación de los subproductos debe considerarse en el dimensionamiento de las líneas de procesado y en el planteamiento de alternativas diferentes en función del volumen disponible.
Económicos y de mercado	Extracción por microondas y ultrasonidos los tiempos de extracción son menores, se consume menos energía y se genera una menor cantidad de residuos.
Legislativos	En función de disolvente a emplear. Necesidad de tratamiento integral del subproducto: residuo de la extracción.
<b>GRADO DE VIABILIDAD</b>	
	Medio, se encuentra bastante desarrollada la metodología. No toda la parte de los subproductos vegetales es valorizable.



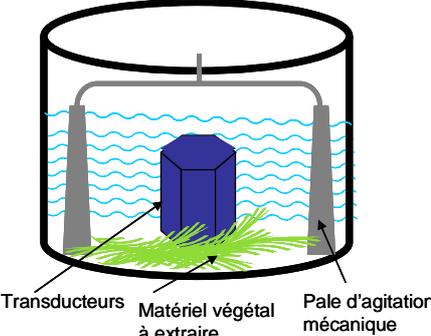
A nivel industrial se emplean equipos de extracción discontinua y continua con disolventes convencionales.

**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, menor consumo de energía, menores volúmenes de disolventes, menor toxicidad (en ocasiones) de los disolventes empleados y, en general, menor cantidad de residuos. La extracción se produce al calentar el interior y el exterior de la matriz sólida, realizada por pulsos de microondas. De este modo, se forma un gradiente térmico, lo que conduce a una extracción de los compuestos de interés de manera más eficiente y selectiva.

**Extracción asistida por ultrasonidos (sonicación)**, consiste en la generación de cavitación por las ondas sonoras en un medio líquido, con la que se genera una compresión y descompresión. Las fibras vegetales son membranas distendidas, células rotas, partículas resistentes a la abrasión que permiten una transferencia casi instantánea de compuestos de interés en el disolvente.

Con esta técnica se acorta el tiempo de extracción debido a que se produce un incremento en la presión, que favorece la penetración y el transporte de los compuestos, y un incremento de la temperatura que aumenta la solubilidad y favorece la difusividad.

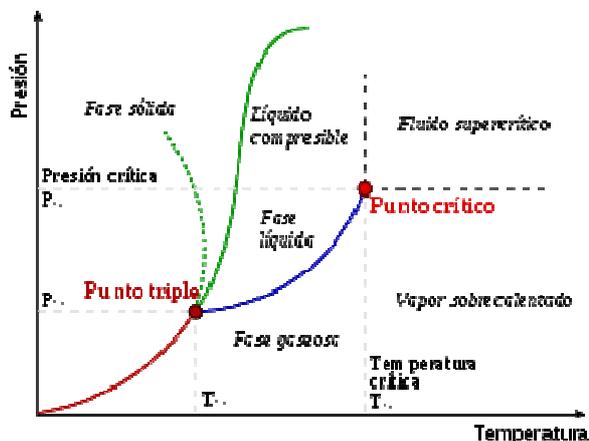
	<p>Intercambio y transferencia tecnológica sobre Valorización de residuos de la industria de transformados vegetales del SUDOE</p>		 <p>UE / EU - FEDER / ERDF</p>
---	--	--	---

EXTRACCIÓN ASISTIDA POR ULTRASONIDOS (SONICACIÓN)	
	
<b>POTENCIAL-ORIGEN</b>	
Subproductos utilizables	<p>Todos los residuos vegetales sólidos (manzanas, kiwi, ciruelas, ciruelas pasas, maíz dulce), sin embargo el volumen de líquido tratado es más importante, hay que evitar materias primas líquidas, así como materias que no pueden ser filtradas.</p>
<b>APLICACIONES</b>	
Productos a obtener	Pectinas, extractos polifenólicos, colorantes, fibras y extractos aromáticos
Mercados potenciales	Industria alimentaria, cosmética, alimentación animal
<b>FACTORES DE INFLUENCIA</b>	
Técnicos (requerimientos operacionales)	<p>Relación entre grado de filtración y concentración recomendada necesaria para obtener un extracto sólido más estable          Posibilidad de una trituración por encima de la extracción          Influencia en la operación de la relación tamaño de las partículas de líquido/sólido_(L/S&gt;10)</p>
Económicos y de mercado	Ahorro de tiempo en comparación con otras técnicas de extracción (por lotes, por ejemplo)
Legislativos	Todos los sectores de actividades pueden verse interesados. Procedimiento aplicable a los productos alimentarios
<b>GRADO DE VIABILIDAD</b>	Experimental



### Flúidos supercríticos

Consiste en la modificación del poder disolvente de los fluidos en estado supercrítico (sustancia que se encuentre en condiciones de presión y temperatura superiores a su punto crítico: estado en el cual las densidades del líquido y del vapor son iguales, normalmente CO<sub>2</sub>). Los fluidos en este estado favorecen su penetración en diferentes matrices y, por tanto, la solubilización de los solutos. Se emplean co-solventes para mejorar el poder de extracción. La extracción con fluidos supercríticos (SFE) es una técnica que emplea un disolvente en condiciones supercríticas. Supone una buena alternativa para la extracción y fraccionamiento de aceites vegetales.



POTENCIAL-ORIGEN	
Subproductos utilizables	Subproductos de tomate, cítricos, frutas, cáscara plátano
APLICACIONES	
Productos a obtener	Extracción de lípidos, aceites esenciales, carotenoides. Dificultad para la extracción de compuestos polares e iónicos. Muchos compuestos activos de plantas como los fenoles, alcaloides y los compuestos glicosídicos son poco solubles en CO <sub>2</sub> y por lo tanto no son extraíbles (Hamburger y col., 2004). Sustancias colorantes o pigmentos (carotenoides como el licopeno, etc.), bioproteínas, aceites esenciales y vitaminas.
Mercados potenciales	Extracción de compuestos de alto valor añadido que vayan dirigidos a productos de alto valor añadido que compense el coste
FACTORES DE INFLUENCIA	
Técnicos (requerimientos operacionales)	Elevado coste de los equipos, aunque a la larga se consigue un menor consumo de energía. Los aceites son de mejor calidad
Económicos y de mercado	Costes de tratamiento y extracción muy elevados.
Legislativos	Permitido el empleo de CO <sub>2</sub> como disolvente de extracción
GRADO DE VIABILIDAD	
	Bajo, debido a su coste de inversión



### Extracción por lotes: Extractor *Tournaire*

Utiliza los fenómenos de hidratación y transferencia por difusión para extraer los compuestos de interés. El sistema está equipado con un control electrónico neumático. El calentamiento indirecto es por conducción, la cámara está equipada con una camisa conectada a una red de vapor producido por una caldera que calienta el medio. El sistema está equipado con una turbina de agitación turbulenta, adaptable a diferentes alturas y velocidades de la hélice para homogeneizar la muestra durante la extracción. Una etapa de filtración y concentración del extracto a menudo es necesario después de la fase de extracción, y, eventualmente, se aplica un proceso de liofilización para la obtención del extracto en polvo. Es posible la recuperación de los posos.

POTENCIAL-ORIGEN	
Subproductos utilizables	Todos los residuos vegetales sólidos (manzanas, kiwi, ciruelas, ciruelas pasas, maíz dulce)
APLICACIONES	
Productos a obtener	Extracción de los compuestos de interés (alto contenido en fibra insoluble)
Mercados potenciales	Industria alimentaria, cosmética, alimentación animal
FACTORES DE INFLUENCIA	
Técnicos (requerimientos operacionales)	Influencia del tamaño de las partículas, la eficiencia de la extracción por el aumento de la maceración y el tamaño de las partículas disminuye. Sin embargo, en algunos casos demasiado polvo fino puede causar problemas durante la filtración. Definir la relación óptima entre la cantidad de materia seca y el volumen de extracción por solvente. La mayor proporción del sólido / líquido es baja para que la transferencia sea efectiva Agitación, la velocidad de agitación en el mezclador tiene una influencia significativa en el rendimiento de extracción
Económicos y de mercado	Necesidad de concentrar el extracto obtenido
Legislativos	Procedimiento aplicable a los alimentos
GRADO DE VIABILIDAD	
	Media



### Extracción por digestión con sulfito reactivo

Esta tecnología se basa en la digestión de la materia prima en una solución que contiene sales de sodio del ácido sulfuroso, como sulfito o bisulfito para la obtención de celulosa. Este proceso ocurre en un ambiente ácido, y en estas condiciones se disuelve la lignina, hemicelulosa y otras sustancias derivadas de la celulosa. La pulpa resultante al final del proceso, se caracteriza por presentar una alta pureza, altos niveles de alfa-celulosa y una distribución molecular uniforme. Este proceso se puede realizar utilizando metabisulfito de sodio o sulfito de sodio como agente digestivo. De acuerdo con los resultados obtenidos se desprende que la pulpa final puede tener numerosas aplicaciones, en las que se destacan: la aplicación en la producción de papel y otros compuestos absorbentes de las aguas residuales y materias primas para derivados de la celulosa.

### Extracción y purificación de azúcares

Tecnología para la preparación de jarabes de azúcar con alto contenido en fructosa, a partir de productos diferentes a los cultivos de azúcar, vegetales ricos en almidón y/o inulina.

El proceso implica la producción de un zumo dulce clarificado y desmineralizado. El zumo bruto obtenido mediante molienda o prensado por filtración, se somete sucesivamente: a una enzima pectolítica, a una centrifugación a 5.000g, a una membrana de ultrafiltración (presión 7bar), y finalmente a una electrodiálisis.

El zumo se clarifica y desmineraliza posteriormente para obtener por hidrólisis enzimática de sacarosa, una primera fracción de fructosa y otra fracción de glucosa. Después de la separación de estas dos fracciones, la glucosa se isomeriza en fructosa, y por lo tanto constituye la segunda fracción de fructosa. La cromatografía por resinas de intercambio iónico puede quitar, al menos parcialmente, el sorbitol que está presente de forma natural en el material vegetal de partida de las diferentes fracciones.

Las fracciones de fructosa se combinan para dar un jarabe de azúcar rico en



fructosa (> 95 de la MS). Este jarabe se somete a un tratamiento final constituido por una desmineralización mediante cromatografía de resinas de intercambio iónico, un tratamiento con carbón activo y una etapa de concentración por evaporación bajo vacío y a baja temperatura.

<b>EXTRACCIÓN Y PURIFICACIÓN DE AZÚCARES</b>	
<b>ORIGEN POTENCIAL</b>	
Subproductos utilizables	Zumo de manzana y de melocotones desclasificados: uvas, nectarinas, kiwi, melón
<b>APLICACIONES</b>	
Productos obtenidos	La fructosa obtenida en el proceso operativo y los fructo-oligosacáridos (en desarrollo) a partir de las frutas. Estos productos tienen un poder edulcorante que supera a los azúcares extraídos de la remolacha azucarera o del almidón.
Mercados potenciales	Industrias agroalimentarias
<b>FACTORES DE INFLUENCIA</b>	
Parámetros técnicos	Método a adaptar en función de diferentes especies de fruta
Económicos	Alto valor del producto final obtenido
Legislativos	Esta tecnología puede ser promovida por las políticas de salud pública y regulaciones orientadas a limitar el contenido de azúcar en las bebidas o alimentos preparados
<b>VIABILIDAD</b>	Media



Intercambio y transferencia tecnológica sobre Valorización de residuos de la industria de transformados vegetales del SUDO E

### Hidrofusión por microondas y gravedad (HMG)

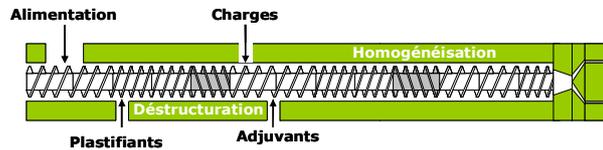
Esta técnica de extracción es una combinación de calefacción mediada por microondas de gravedad y la presión atmosférica. La hidrodifusión es aplicada por el calentamiento del residuo mediante la acción del microondas sin el uso de disolventes, el aceite esencial que se recoge en un recipiente por gravedad después de la condensación del gas. Esta metodología para la extracción de la HMG tiene muchas ventajas sobre las técnicas más convencionales, por lo tanto, ofrece un menor costo de operación.

<b>POTENCIAL-ORIGEN</b>	
Subproductos utilizables	Cáscara de cítricos
<b>APLICACIONES</b>	
Productos a obtener	Extracciones de aceites esenciales
Mercados potenciales	Industria alimentaria, farmacéutica
<b>FACTORES DE INFLUENCIA</b>	
Técnicos	Se deben estudiar las condiciones experimentales de extracción para cada sustancia antes del inicio de una operación industrial.
Legislativos	Se deben estudiar los niveles de contaminación para cada sustancia antes del inicio de una operación industrial.
<b>GRADO DE VIABILIDAD</b>	Experimental



- **Extrusión (BI-VIS)**

Dependiendo de la configuración elegida para esta tecnología, el reactor-extractor de doble husillo se puede componer de: transportadora o una bomba de tornillo, un molino o trituradora, un mezclador o una batidora, un reactor químico bajo presión, un extractor líquido/sólido, un separador y un secador. En el caso de la extracción por extrusión de doble tornillo, esta tecnología puede lograr, de manera continua y controlada, todas las operaciones de las unidades utilizadas en los procesos de extracción líquido-sólido: el transporte, en contacto líquidos y sólidos, mezclado y amasado, reacción química (hidratación, hidrólisis), compresión y extensión, la extracción y separación sólido-líquido por filtración y prensado. Estas operaciones se utilizan para aislar uno o más componentes de la materia vegetal, mientras que la preservación de otros para su procesamiento y su posterior separación.



**Déstructuration par extrusion bi-vis**

<b>ORIGEN POTENCIAL</b>	
Subproductos utilizables	Materias vegetales de plantas seleccionadas con una adaptación de las condiciones de funcionamiento basado en la relación fibras extraíbles. Manzanas, kiwi, ciruelas, ciruelas pasas, maíz dulce
<b>APLICACIONES</b>	
Productos obtenidos	Extractos y productos de fibra no estructurados
Mercados potenciales	Cosmética, industrias alimentarias, materiales agrícolas, embalaje
<b>FACTORES DE INFLUENCIA</b>	
Parámetros técnicos	Tamaño de partículas de materia prima (tamaño controlado para su introducción en la extrusora) relación fibra / extraíble (una proporción de fibras es necesario para el correcto funcionamiento de la extracción de líquido / sólido)
Económicos	Disponibilidad de nuevos extractos
Legislativos	Los extractos deben pasar las pruebas de seguridad con el fin de cumplir con los criterios legales de la industria farmacéutica y cosmética
<b>VIABILIDAD</b>	Experimental

	<p>Intercambio y transferencia tecnológica sobre Valorización de residuos de la industria de transformados vegetales del SUDOE</p>		 <p>UE / EU - FEDER / ERDF</p>
---	--	--	---

### Molienda por pulverizador micronizador

La tecnología consiste en la molienda fina y tamizado del corazón de las mazorcas de maíz. La porción leñosa del corazón de la mazorca se utiliza como componente de un producto de gran dureza, alta densidad, alta fluidez y una alta capacidad de absorción.

La parte exterior y la médula del tallo se utilizan para obtener productos más tiernos, de una densidad relativamente baja y tienen una capacidad de absorción muy alta. El tamaño de partícula de los productos puede variar de varios mm a varios cientos de micras, dependiendo de las aplicaciones previstas.

<b>ORIGEN POTENCIAL</b>	
Subproductos utilizables	Corazón de mazorcas de maíz, cáscara de nuez
<b>APLICACIONES</b>	
Productos obtenidos	Abrasivos, absorbentes, lecho para los animales, ingredientes de origen animal o vegetal para la industria farmacéutica, agroquímica o productos de limpieza, material de partida para diversos productos (cosméticos, resinas, plásticos, adhesivos, pinturas ...), aditivos para arenas de fundición
Mercados potenciales	Industria química, tratamiento farmacológico, mecánica de la superficie. Distribución especializada para lechos de los animales.
<b>FACTORES DE INFLUENCIA</b>	
Parámetros técnicos	Granulometría: cientos de micras hasta varios mm según aplicación.
Económicos	Coste de transporte, establecimiento de unidades en grandes áreas de producción de maíz. El consumo de energía del proceso.
Legislativos	El proceso genera polvo inflamable y un alto consumo energético. ICPE (Instalaciones catalogadas para la protección del medio ambiente)
<b>VIABILIDAD</b>	
	Proceso operativo comercializado por la empresa Eurocob y su filial Prodema. Producción de 35.000Tm/año de productos terminados



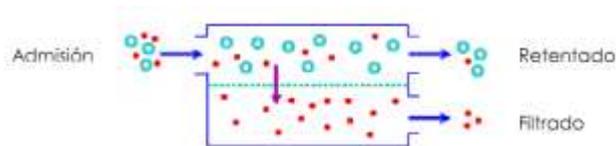
## FILTRACIÓN

### **Filtración por membranas-tangencial**

Es un proceso de filtración por membrana porosa semipermeable bajo gradiente de presión, ideal para el fraccionamiento de solutos contenidos en fases líquidas. Dependiendo del tamaño de poro se clasifica en Ultrafiltración (UF), Nanofiltración (NF) u Ósmosis Inversa (OI).

Las ventajas respecto a las tecnologías de filtración en profundidad o convencionales es la alta eficiencia debido a la superficie de filtración y mayor rendimiento (menor colmatación).

Las denominadas membranas de tercera generación son las más utilizadas en la actualidad. Están compuestas por materiales cerámicos porosos de naturaleza mineral de óxido de aluminio.

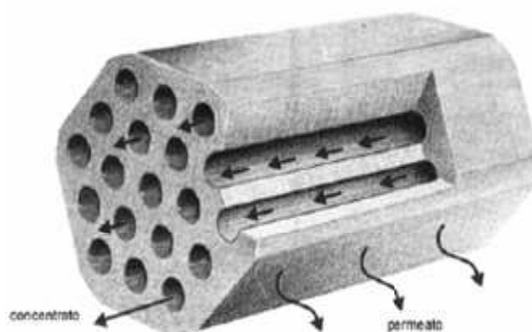


**Por membrana cerámica:** se trata de una combinación de tecnologías de filtración por membrana, digestión anaeróbica y purificación cromatográfica en polímero adsorbente, dirigido a la producción de biogás y a la recuperación de compuestos fenólicos antioxidantes y un alto porcentaje de agua purificada (probada experimentalmente en efluentes de la industria olivarera). El permeado se extrae a través de la superficie de la membrana activa de una forma continua (ultrafiltración, nanofiltración y ósmosis



inversa) se llevan a cabo con membranas poliméricas espirales y el extracto es secado por atomización.

### FILTRACIÓN TANGENCIAL POR MEMBRANAS CERÁMICAS



#### POTENCIAL-ORIGEN

Subproductos utilizables

Los efluentes de almazara (Olive Oil Mill Waste Waters - OMWW), muy ricos en compuestos fenólicos, principales responsables de su fitotoxicidad y de su difícil degradación biológica.

#### APLICACIONES

Productos a obtener

Recuperación de compuestos fenólicos antioxidantes y un alto porcentaje de agua purificada.

Mercados potenciales

Facilitaría la eliminación de los residuos, compuestos muy interesantes para las industrias alimentarias, farmacéuticas o cosméticas.

#### FACTORES DE INFLUENCIA

Técnicos (requerimientos operacionales)

El proceso ha sido probado a escala de laboratorio y piloto por la Industria Oleario Biagio Mataluni sur de Italia

Económicos y de mercado

Nivel preliminar de desarrollo tecnológico. Solución para el tratamiento de aguas residuales en almazaras

Legislativos

Relativa al tratamiento de efluentes

#### GRADO DE VIABILIDAD

Se encuentra en experimentación



- **CONCENTRACIÓN-SECADO**

Concentración de extractos líquidos obtenidos en procesos de extracción-Secado (microondas, horno).

**Secado convencional:**

Se basan en la aplicación de aire caliente. No obstante, a pesar de las amplias ventajas que aportan la deshidratación en el alargamiento de la vida útil de los alimentos, las facilidades en el procesado (reducción de volumen, reducción del coste de almacenamiento,...) y de su relativa sencillez, presentan algunas limitaciones, tales como elevados requerimientos energéticos, que aumentan los costes de operación y conllevan un mayor impacto ambiental, así como tiempos largos de proceso y muy elevadas temperaturas que pueden inducir importantes cambios en las características físicas, químicas, organolépticas (textura, sabor, aroma y color) y nutricionales conduciendo a una pérdida en la calidad y valor del producto finalmente obtenido.

La pérdida de compuestos volátiles ocurre inevitablemente durante el secado. Estos compuestos volátiles son vaporizados y perdidos junto con el vapor de agua desde que el producto es expuesto a altas temperaturas durante largos períodos (*Mascan, 2002*). Las altas temperaturas y el largo tiempo de secado también degradan el color original del producto.

	<p>Intercambio y transferencia tecnológica sobre Valorización de residuos de la industria de transformados vegetales del SUDOE</p>		 <p>UE / EU - FEDER / ERDF</p>
---	--	--	---

<p align="center"><b>SECADO CONVENCIONAL</b></p>	
<p><b>POTENCIAL-ORIGEN</b></p>	
<p>Subproductos utilizables</p>	<p>Verduras, frutas cítricas, frutas no cítricas, patata, subproductos generados en la elaboración del vino y de la sidra, etc.</p>
<p><b>APLICACIONES</b></p>	
<p>Productos a obtener</p>	<p>Harinas vegetales específicas de cada subproducto. Mezclas de harinas vegetales procedentes varios subproductos.</p>
<p>Mercados potenciales</p>	<p>Empresas formuladoras de piensos para alimentación animal</p>
<p><b>FACTORES DE INFLUENCIA</b></p>	
<p>Técnicos</p>	<p>Necesidad de control de tiempo y temperatura para evitar la generación de sustancias indeseables.</p>
<p>Económicos y de mercado</p>	<p>Elevados requerimientos energéticos que elevan los costes de operación y aumentan el impacto ambiental. Elevados tiempos de proceso y elevadas temperaturas que inducen importantes cambios en las características físicas, químicas, organolépticas y nutricionales.</p>
<p>Legislativos</p>	<p>Cumplimiento de la legislación de emisiones de humos</p>
<p><b>GRADO DE VIABILIDAD</b></p>	<p>Alta</p>



### **Pulse Combustion Drying (PCD)**

La tecnología PCD se basa en la atomización de un líquido o pasta mediante el uso de ondas sónicas o de choque (pulsos) producida por una combustión intermitente o pulsante a alta frecuencia. Esta tecnología es equivalente al *spray drying*, si bien presenta algunas ventajas como tiempo de operación más cortos o temperaturas de proceso menos elevadas.

La tecnología PCD tiene grandes perspectivas para convertirse en una alternativa a las tecnologías de secado consideradas actualmente maduras y que fueron desarrolladas hace muchos años, en una época en la que los aspectos de eficiencia energética, cambio climático, calidad del producto, etc. eran menos relevantes que en la actualidad (*Kudra et al., 2009*). La principal ventaja que la PCD aporta, frente a las tecnologías de secado utilizadas actualmente, es un consumo de energía un 30% menor para la misma capacidad de evaporación. Esto se consigue mediante una alta eficiencia de combustión que se sitúa entre el 90-99 %, frente al 80-96% de los quemadores convencionales (*Kudra, 2008*), lo que, unido a la existencia en el mercado de productos que en seco aumentan mucho su valor y estabilidad, hacen de la PCD una alternativa clara a las tecnologías de secado convencionales.

No obstante, antes de utilizar esta tecnología como tratamiento para la eliminación de agua de los subproductos alimentarios a gran escala, es necesario realizar un proceso de validación de la misma para asegurar que, por un lado, se obtienen productos en polvo de la mayor calidad nutricional y funcional, al mismo tiempo que se asegura la higiene y ausencia de sustancias indeseables (hidrocarburos policíclicos aromáticos, partículas quemadas, etc).

	<p>Intercambio y transferencia tecnológica sobre Valorización de residuos de la industria de transformados vegetales del SUDOE</p>		 <p>UE / EU - FEDER / ERDF</p>
---	--	--	---

<p><b>PULSE COMBUSTION DRYING (PCD)</b></p>	
<p><b>POTENCIAL-ORIGEN</b></p>	
<p>Subproductos utilizables</p>	<p>Verduras, frutas cítricas, frutas no cítricas, patata, subproductos generados en la elaboración del vino y de la sidra,</p>
<p><b>APLICACIONES</b></p>	
<p>Productos a obtener</p>	<p>Harinas vegetales específicas de cada subproductos. Mezclas de harinas vegetales procedentes varios subproductos.</p>
<p>Mercados potenciales</p>	<p>Empresas formuladoras de piensos para alimentación animal</p>
<p><b>FACTORES DE INFLUENCIA</b></p>	
<p>Técnicos (requerimientos operacionales)</p>	<p>Necesidad de instalación de una fuente de combustible. Limitación a productos líquidos pastosos y/o triturados.</p>
<p>Económicos y de mercado</p>	<p>Alta eficiencia de combustión: reducción de un 30% del consumo energético. Alta eficacia de secado: mayor valor económico y mayor estabilidad del producto final.</p>
<p>Legislativos</p>	<p>Necesidad de validación de la tecnología en cuanto a presencia de sustancias indeseables para cada tipo de subproducto</p>
<p><b>GRADO DE VIABILIDAD</b></p>	<p>Media: necesidad de validación de la tecnología para cada tipo de subproducto.</p>



## Microondas

La tecnología de secado por microondas se basa en:

- **Secado por microondas y secado dieléctrico:** se utilizan distintos tipos de ondas electromagnéticas que interactúan con el material generando calor que evapora la humedad. Estas técnicas aceleran considerablemente el secado, dando lugar a procesos más cortos.
- **Secado en frío** mediante microondas: es similar al secado en frío convencional pero más rápido debido a que el calentamiento se produce mediante microondas.

El secado por microondas, en comparación con los procesos convencionales de deshidratación de alimentos mediante aire caliente, conduce a tiempos de proceso más cortos, mayores rendimientos energéticos y unas mejores características en la calidad del producto final.

Las microondas calientan selectivamente aquellas partes del alimento con mayor contenido en agua, por lo que este sistema de calentamiento de alimentos es, lógicamente, más rápido que el secado convencional. Además, el daño térmico que esta radiación produce es mínimo y no provoca cambios de color, ya que el alimento apenas se calienta (*Fellows, 1994*).

De este modo, la aplicación de las microondas para el secado de fracciones alimentarias podría constituir un factor clave de cara a potenciar la viabilidad técnico-económica de los sistemas de valorización de este tipo de subproductos, ya que, por un lado, al mejorar la eficiencia energética, reduce tanto las emisiones directas como los costes de operación del proceso. Por otro lado dotando de mayor valor a los materiales tratados, al minimizar durante el secado las pérdidas o deterioro de sustancias de interés presentes en estos materiales, que pueden mejorar su calidad nutritiva y organoléptica, aumentando por tanto su valor en el mercado.

	<p>Intercambio y transferencia tecnológica sobre Valorización de residuos de la industria de transformados vegetales del SUDOE</p>		 <p>UE / EU - FEDER / ERDF</p>
---	--	--	---

MICROONDAS	
	
<b>POTENCIAL-ORIGEN</b>	
Subproductos utilizables	Verduras, frutas cítricas, frutas no cítricas, patata, subproductos generados en la elaboración del vino y de la sidra,
<b>APLICACIONES</b>	
Productos a obtener	Productos de valor secos provenientes de subproductos vegetales. Harinas vegetales específicas de cada subproducto. Mezclas de harinas vegetales procedentes varios subproductos.
Mercados potenciales	Empresas formuladoras de piensos para alimentación animal. Empresas de obtención de componentes de valor.
<b>FACTORES DE INFLUENCIA</b>	
Técnicos	Necesidad de control de tiempos y potencias de secado.
Económicos y de mercado	Reducción de tiempos de secado. Alta eficacia de secado a menores temperaturas: menor alteración y mayor estabilidad del producto final.
Legislativos	Necesidad de validación de la tecnología en cuanto a presencia de sustancias indeseables para cada tipo de subproducto
<b>GRADO DE VIABILIDAD</b>	Alta



- **REESTRUCTURACIÓN Y TEXTURIZACIÓN**

La extrusión de alimentos es un proceso en el que un material (grano, harina o subproducto) es forzado a fluir, bajo una o más de una variedad de condiciones de mezclado, calentamiento y cizallamiento, a través de una placa/boquilla diseñada para dar formar o expandir los ingredientes.

Utilizando como materia prima subproductos o co-productos resultantes del procesado de los transformados vegetales es posible diseñar alimentos reestructurados en forma de embutidos pasteurizados loncheables, productos moldeados/conformados, rellenos, nuevas formas y presentaciones (colores, aromas, nuevos ingredientes, etc.). Esta vía puede suponer una interesante opción tecnológica para dar valor añadido, no solo a las materias primas sino también a subproductos generados en los procesos de su transformación.

<b>POTENCIAL-ORIGEN</b>	
Subproductos, coproductos utilizables	Subproductos y coproductos generados en el procesado de vegetales diversos.
<b>APLICACIONES</b>	
Productos a obtener	Productos pasteurizados reestructurados listos para consumir, tipo embutido loncheable o moldeados en porciones individuales. Productos congelados tipo hamburguesa en base a vegetales.
Mercados potenciales	Sector Horeca, canal distribución, Delicatessen, mercado vegetariano
<b>FACTORES DE INFLUENCIA</b>	
Técnicos (requerimientos operacionales)	Control de oxidación del champiñón, limpieza de los coproductos, rendimiento tras cocción, control del sabor y la textura final (fibrosidad, jugosidad..).Equipamiento (picadora/mezcladora, embutidora, pasteurizador (horno cocción))
Económicos y de mercado	Obtención de producto de alto valor, valorización de coproductos, innovación, acceso a nuevos mercados. Estabilidad del producto final en la conservación.
Legislativos	La que afecte a Productos tratados por calor (PASTEURIZADOS).
<b>GRADO DE VIABILIDAD</b>	Alta



### 4.3. Valorización agrícola

#### - COMPOSTAJE

Proceso de descomposición biológica de la materia orgánica, en condiciones controladas de humedad y temperatura, que oscila entre 50 y 70°C, provocando, así, la destrucción de elementos patógenos y por tanto la total inocuidad del producto. El compost obtenido es utilizado en agricultura y jardinería como enmienda para el suelo, también se usa en paisajismo, control de la erosión, recubrimientos y recuperación de suelos.



<b>POTENCIAL-ORIGEN</b>	
Subproductos utilizables	Verduras, frutas cítricas, frutas no cítricas, patata, subproductos generados en la elaboración del vino y de la sidra, pulpa de café, etc.
<b>APLICACIONES</b>	
Productos a obtener	Sustrato para abono agrícola.
Mercados potenciales	Sector agrícola.
<b>FACTORES DE INFLUENCIA</b>	
Técnicos (requerimientos operacionales)	Sistemas de control de las condiciones adecuadas para la descomposición de la materia orgánica: temperatura y humedad.
Económicos y de mercado	Descomposición lenta de la materia orgánica. Sistema barato y poco complejo del tratamiento de residuos.
Legislativos	Necesidad de tratamiento integral del subproducto: gestión del sustrato.
<b>GRADO DE VIABILIDAD</b>	Alta



#### 4.4. Valorización ambiental

##### - ADSORCIÓN

Ciertos subproductos de la industria del procesamiento de transformados vegetales poseen interesantes propiedades adsorbentes que pueden ser empleadas para la descontaminación de efluentes con contenido en metales pesados.

Subproductos utilizables: ADSORBENTE	ADSORBATO
Cáscara de nuez	Cobre (Cu) Manganeso (Mn) Plomo (Pb)
Cascarilla de arroz	Cadmio (Cd) Plomo (Pb)
Paja de trigo	Cadmio (Cd) Plomo (Pb)
Cascarillas de almendra modificada	Cromo (Cr) Plomo (Pb) Cobre (Cu)
Bagazo de la industria cervecera	Cromo trivalente (Cr <sup>+++</sup> )
Residuos de maíz	Cobre (Cu <sup>++</sup> )



<b>POTENCIAL-ORIGEN</b>	
<b>APLICACIONES</b>	
Productos a obtener	Descontaminación de metales pesados de efluentes
Mercados potenciales	Empresas de tratamiento de aguas residuales, depuradoras industriales
<b>FACTORES DE INFLUENCIA</b>	
Técnicos (requerimientos operacionales)	Caracterización de los efluentes a tratar, tipo de contaminante, concentración inicial que requerirá estudios previos de extracción
<b>GRADO DE VIABILIDAD</b>	Experimental