



“COOPERACIÓN TRANSFRONTERIZA ENTRE  
CENTROS TECNOLÓGICOS PARA LA DINAMIZACIÓN  
EMPRESARIAL DE ANDALUCÍA Y MARRUECOS”  
**RETCETEC**

# **Estudio sobre el uso de las plantas aromáticas y sus aceites esenciales en la industria agroalimentaria**



Unión Europea  
Fondo Europeo de Desarrollo  
Regional  
Invertimos en su futuro



## ÍNDICE

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....  | <b>3</b>  |
| 1.1. Definición y usos de los aceites.....  | 3         |
| 1.2. Propiedades físicas y químicas de los aceites esenciales. ....   | 5         |
| 1.3. Clasificación de los aceites esenciales. ....  | 5         |
| 1.4. Importancia económica mundial. ....  | 6         |
| 1.5. Importancia económica en Marruecos.....  | 8         |
| 1.6. Comercio mundial .....   | 8         |
| <b>2. OBJETO DEL ESTUDIO</b> .....  | <b>9</b>  |
| <b>3. SITUACION ACTUAL EN MARRUECOS Y ESPAÑA</b> .....  | <b>10</b> |
| 3.1. Localización, producción y comercialización de plantas aromáticas a nivel internacional. ....  | 10        |
| 3.2. Producción de planta aromática autóctona en el norte de Marruecos.....   | 13        |
| 3.3. Participación de España en la producción de plantas aromáticas en Marruecos. 14  |           |
| 3.4. Mercado español.....   | 15        |
| 3.5. Debilidades y fortaleza del cultivo de plantas aromáticas: Análisis DAFO ...   | 16        |
| <b>4. ESTABLECIMIENTO DE LAS PRINCIPALES PLANTAS AROMÁTICAS Y ACEITES ESENCIALES EN MARRUECOS DE ACUERDO CON RENDIMIENTOS Y CALIDAD</b> ..... | <b>19</b> |
| 4.1. Sector agrícola. ....  | 20        |
| <b>5. EXTRACCIÓN INDUSTRIAL DE ACEITES ESENCIALES</b> .....   | <b>22</b> |
| 5.1. Problemática tecnológica.....  | 22        |
| 5.2. Extracción industrial. ....  | 22        |
| 5.2.1. Soxhlet. ....  | 23        |
| 5.2.2. Digestión. ....  | 23        |
| 5.2.3. Infusión y decocción. ....   | 23        |
| 5.2.4. Extracción con fluidos supercríticos.....  | 23        |
| 5.3. Selección solvente. ....   | 23        |
| 5.4. Procesos de obtención.....   | 24        |
| 5.4.1. Arrastre con vapor de agua. ....   | 24        |
| <b>6. REVISIÓN SOBRE EFECTO MICROBICIDA DE LOS ACEITES ESENCIALES</b>   | <b>27</b> |
| <b>7. REFERENCIAS</b> .....   | <b>30</b> |

## 1. INTRODUCCIÓN.

El uso de las plantas aromáticas tiene un origen casi ancestral. El testimonio más antiguo del uso de las plantas por razones no alimentarias, se encontró en una excavación en “Shanidar” (Irak), que data alrededor de 60.000 años. El conocimiento de las plantas era extenso en las civilizaciones antiguas y su utilización formaba la base médica hasta el siglo XIX. En la sociedad moderna, se siguen utilizando tanto de manera directa (en fresco, desecadas, congeladas, deshidratadas etc), como indirecta para la extracción de sus principios activos. De ahí que el mercado se haya hecho más exigente y demande mayores cantidades de producto y mayor calidad en el mismo. Por otra parte, su uso se está extendiendo como aditivos naturales en los llamados productos biológicos, verdes, naturales, ecológicos, etc, a medida que estas categorías de alimentos se vuelven necesarios para algunos sectores sociales.

En el ámbito de la producción relacionada con las plantas aromáticas, así como medicinales, y de acuerdo con los datos de las diferentes áreas de consumo en el mercado mundial relacionadas con el uso de plantas y sus futuras transformaciones, se puede agrupar el mercado de dichas plantas en 4 grandes sectores, dependiendo de los productos derivados de ellas:

- Hierbas y especias.
- **Aceites esenciales.**
- Extractos (principios activos, medicina y suplementos).
- Productos de material vegetal en fresco.

### 1.1. *Definición y usos de los aceites.*

Los aceites esenciales son mezclas naturales de varias sustancias químicas biosintetizadas por las plantas. Estas sustancias, se extraen mediante arrastre de vapor y sus componentes son utilizados por las industrias de productos naturales, aromaterapia, etc. El rendimiento de aceite esencial en las plantas varía según las especies y oscila entre el 0,01 y el 2%, calculado sobre el peso de hierba fresca

destilada. Para obtener cantidades razonables de esencias, se requieren superficies de cultivo de más de 20 ha. Los principales requisitos para producir aceites esenciales, consisten en disponer del material vegetal correcto, buenos suelos, material adecuado de riego, equipo de cosecha y finalmente, equipo de destilación. En general, se utilizan 2 métodos en la preparación de esencias:

1. Destilación con vapor de agua.
2. Expresión.

**Tabla 1.** Ventajas e inconvenientes de los aceites esenciales

| <i><b>Ventajas:</b></i>  | <i><b>Inconvenientes</b></i>  |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Higiénicos, exentos de bacterias, etc.</li> <li>➤ Sabor suficientemente fuerte.</li> <li>➤ Calidad del sabor conforme a la materia prima.</li> <li>➤ No colorea el producto.</li> <li>➤ Exento de enzimas y taninos.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Sabor bueno pero incompleto y mal distribuido.</li> <li>➤ Se oxidan fácilmente.</li> <li>➤ No contienen antioxidante natural. Se alteran fácilmente.</li> <li>➤ Muy concentrados, por lo tanto difíciles de dosificar.</li> <li>➤ No se dispersan fácilmente, sobretodo en los productos secos.</li> </ul> |

En general, la función biológica de los aceites esenciales sigue estando poco clara. Es probable que tengan un papel ecológico y como apoyo a esta hipótesis, se ha establecido experimentalmente el papel de alguno de ellos como inhibidores de la germinación, protección contra los depredadores y atracción de polinizadores.

Los aceites esenciales, se pueden encontrar en diferentes partes de la planta, tales como hojas (albahaca, menta, romero, etc), raíces (valeriana, cálamo, etc), corteza (canela, sándalo, etc.), flores (jazmín, rosa, etc.), corteza del fruto (limón, mandarina, naranja, etc.), en los frutos (anís, cardamomo, hinojo, etc.).

## 1.2. *Propiedades físicas y químicas de los aceites esenciales.*

En general, son líquidos a temperatura ambiente y su densidad es inferior a la del agua. Poseen un índice de refracción elevado y la mayoría desvían la luz polarizada. Todos ellos pueden ser arrastrados mediante vapor de agua.

Actualmente, se han identificado alrededor de 400 componentes químicos constituyentes de los aceites esenciales. La mezcla compleja que los integran, pertenece a grupos característicos distintos, destacando algunos como los terpenos (compuestos derivados del fenilpropano).

Los monoterpenos y sesquiterpenos son terpenos de 10 y 15 átomos de carbonos. De acuerdo con su estructura, se les clasifica según el número de ciclos como acíclicos, monocíclicos, bicíclicos, etc. Algunos ejemplos de monoterpenos y sesquiterpenos son:

- Monoterpenos acíclicos: linalol, nerol, geraniol
- Monoterpenos monocíclicos: p-mentano, 1,4- Cineol, 1,8-Cineol, Ascaridol
- Monoterpenoides bicíclicos: carano, cis-carano y trans-carano.
- Sesquiterpenos: Farnesol, nerolidol.

## 1.3. *Clasificación de los aceites esenciales.*

Los aceites esenciales, se clasifican según distintos criterios: consistencia, origen y naturaleza de los compuestos mayoritarios.

Según la consistencia se dividen en:

- Esencias fluidas: Líquidos muy volátiles a temperatura ambiente.
- Bálsamos: Líquidos de consistencia espesa, poco volátiles y propensos a polimerizarse.
- Oleorresinas: Líquidos muy viscosos o sustancias semisólidas.



Según su origen pueden ser:

- Naturales: Se obtienen directamente de la planta y no se somete a ninguna modificación posterior.
- Artificiales: Se obtienen a través de procesos de enriquecimiento de las esencias con uno de sus componentes.
- Sintéticas: Mezcla de compuestos obtenidos sintéticamente.

Y por la naturaleza de los compuestos mayoritarios:

- Monoterpenoides.
- Sesquiterpenoides.
- Compuestos oxigenados.

#### **1.4. Importancia económica mundial.**

Se conocen alrededor de 3.000 tipos de aceites esenciales, aunque sólo 300 tienen importancia comercial. Además, se puede afirmar que a escala mundial, los 18 aceites esenciales más importantes representan casi el 50% del total del valor. Casi el 90% del consumo mundial de aceites esenciales y absolutos, se produce en sólo 13 países, liderados por EEUU y China, que acaparan juntos el 44 % del consumo mundial (FAO 2011).

El mercado mundial de plantas aromáticas y medicinales del año 2010, en todos los segmentos (excluidos los de soja y algas), aporta cerca de 83.000 millones de dólares (Gruenwald, 2010). Dependiendo del segmento, el crecimiento es constante, oscilando entre 3% y el 12% anual. La relación entre los diferentes subsectores que agrupan a las plantas aromáticas y medicinales hace difícil realizar una separación entre ellos, pues a menudo ocurre que materias primas de especies determinadas, son utilizadas en diferentes áreas de mercado.

Los suplementos de especies para dieta (11.000 millones de dólares) y los alimentos funcionales a base de plantas (14.000 millones de dólares), representan más de un tercio del mercado. El mercado mundial de la industria farmacéutica,

(incluyendo medicamentos a partir de precursores a base de plantas y registrados como plantas medicinales) contribuye con 44.000 millones de dólares. Los productos herbarios de belleza componen los restantes 14.000 millones de dólares del mercado.

Los aceites esenciales pueden categorizarse en herbáceos (romero) y no herbáceos (*Citrus* y semillas de especias). Los primeros representan un menor volumen con un alto precio y el segundo grupo, tiene relevancia por sus volúmenes. Por otra parte, los aceites esenciales pueden comercializarse con o sin terpenos según la solicitud del cliente, variando notablemente los precios.

La demanda de composiciones aromáticas ha crecido en el sector agroindustrial a razón de un 10% anual desde 1960, sus principales destinos son:

- industrias de bebidas
- industrias lácteas
- industrias de golosinas
- productoras de cosméticos
- productoras de sabores

La producción mundial de aceites esenciales es de miles de toneladas anuales. Estamos ante un mercado de indudable importancia económica, si bien puede pasar inadvertido para el público general. Los niveles de producción, no son comparables para todos los aceites esenciales y hay desde los que sólo proporcionan unas pocas toneladas anuales, hasta los que llegan a producciones importantes. Como ejemplo, podemos ver la producción actual y aproximada de algunos aceites esenciales en el mundo por año:

- rosa: 5 toneladas
- albahaca: 10 toneladas
- jazmín: 10 toneladas
- laurel: 50 toneladas
- madera de sándalo: 125 toneladas
- mandarina: 200 toneladas
- bergamota: 200 toneladas
- lavanda: 1500 toneladas

- menta: 5.000 toneladas
- naranja: 10.000 toneladas
- trementina: 300.000 toneladas

A continuación se presenta una tabla con la evolución mundial de especies:

|      | <b>Producción (t)</b> | <b>Superficie (ha)</b> |
|------|-----------------------|------------------------|
| 2005 | 7.053.671             | 5.246.666              |
| 2006 | 7.228.567             | 5.185.576              |
| 2007 | 7.519.948             | 5.348.744              |
| 2008 | 7.604.213             | 5.336.041              |
| 2009 | 7.800.779             | 5.538.012              |

Fuente: FAOSTAT, 2010.

### **1.5. Importancia económica en Marruecos**

En Marruecos, se exportan anualmente alrededor de 60 toneladas de aceite esencial de romero obtenido de la destilación artesanal de 15.000 toneladas de romero. Además, existen localidades en este país donde los únicos ingresos provienen de la destilación de flores como la rosa. El paso de comercializar plantas aromáticas secas a aceite esencial obtenido de esas plantas puede suponer cuadruplicar los ingresos.

### **1.6. Comercio mundial**

A continuación, se realiza un análisis del comercio de aceites esenciales en el periodo 2005/2009. Lo primero que podemos afirmar es que los principales exportadores han mantenido una constante presencia en el comercio global del sector.

#### **Exportaciones**

El continente que mayor movimiento, en cuanto a volumen exportado de aceites esenciales durante este periodo fue América con 150.743 toneladas en el año 2009, seguido de Asia con 45.233 toneladas. Sin embargo, es Europa el continente



que se encuentra en primer lugar en cuanto al valor de sus exportaciones con US\$ 858 millones, seguido por América con US\$ 810 millones y en tercer lugar Asia con US\$ 654 millones.

El mayor exportador del mundo de aceites esenciales es Estados Unidos, con más de US\$ 431 millones en 2.008. Le siguen India con US\$ 3823 millones, Francia con US\$ 291 millones, Brasil con US\$ 155 millones, Reino Unido con US\$ 143 millones, entre otros. Según las estimaciones, las remesas mundiales de aceites esenciales seguirán aumentando. La tendencia histórica del periodo 2006/08 de las remesas de los principales países exportadores muestra una fluctuación interanual en cuanto al volumen de las exportaciones.

### **Precios internacionales**

Dependiendo del país, su cercanía al mercado y otras condiciones comerciales, los precios de los aceites esenciales fluctúan significativamente entre los distintos países. El promedio general pagado por los principales en el periodo 2005/08 se ubicó en US\$ 14,87.

## **2. OBJETO DEL ESTUDIO**

De los más de 3.000 aceites esenciales analizados, se ha encontrado que más de 200 tienen un alto valor comercial y se utilizan ampliamente en diferentes ramas de la industria: alimentos, jabones, ambientadores, perfumes, cosméticos, licores, insecticidas, fármacos, etc.

Son empleados como aromatizantes y/o saborizantes, como ingredientes de algunos preparados farmacéuticos o son base de perfumes y productos cosméticos finos, desodorantes, lociones, jabones líquidos, pastas dentífricas etc. Algunos de los aceites esenciales poseen propiedades insecticidas y funguicidas y se utilizan en los preparados especiales.

El principal interés del estudio es conocer la importancia del cultivo de plantas aromáticas y en particular la producción de aceites esenciales a partir de éstas, sobre todo para su posterior uso en industrias agroalimentarias y cosméticas.

### 3. SITUACION ACTUAL EN MARRUECOS Y ESPAÑA

#### 3.1. *Localización, producción y comercialización de plantas aromáticas a nivel internacional.*

En los últimos decenios, la utilización de plantas y hierbas para fines farmacéuticos sufrió un proceso de reducción a pesar de la creciente preferencia de los consumidores por los productos naturales en la medicina. Esta situación ha comenzado a revertirse, y de acuerdo a [Wilhen Van Elkst \(1991\)](#), el fenómeno se inició cuando los técnicos de la industria alimentaria y farmacéutica se volcaron hacia el uso de sustitutos sintéticos más aprovechables y consecuentemente, de menor costo. Pese a ello, estimaciones de especialistas aseguran que las ventas de fitofármacos en Estados Unidos y Europa se encuentran al alza.

Otros factores, que favorecen el aumento de la demanda de estas especies aromáticas son los que a continuación se detallan:

- Surge tanto en Europa como en Estados Unidos, una corriente de interés por las comidas exóticas, favorecida por la publicidad, que requieren de mezclas de hierbas y condimentos.
- Los condimentos son utilizados como conservantes y antioxidantes naturales en la fabricación de alimentos industriales, como ejemplo se puede mencionar al orégano y el romero que se utilizan como antioxidantes en la fabricación de salchichas y otros productos cárnicos.
- Los consumidores tienden a eliminar la sal en las comidas, surgiendo así la necesidad de reemplazarla con condimentos y mezclas de hierbas.
- La preferencia por los alimentos naturales ha buscado reemplazar a los colorantes y aromas artificiales, favoreciendo así a las hierbas aromáticas naturales.

- El auge de la cocina de microondas, de los alimentos congelados y las comidas rápidas con nuevos gustos, requiere de más condimentos.
- Las multinacionales de golosinas y cosméticos han desarrollado la demanda de toda clase de esencias, aromas y aceites esenciales.

El mercado internacional de hierbas y especias, está tradicionalmente abastecido por comerciantes expertos y con gran trayectoria. La estructura de comercio y los canales de comercialización son los mismos para hierbas aromáticas y para especies medicinales. Los exportadores interesados en formar parte activa de este mercado pueden integrarse en él, si se maneja buena calidad junto con propiedades distintivas a las ya existentes en cuanto a aroma, sabor, color, contenido de aceites esenciales y fundamentalmente presentación del producto, para poder competir con los proveedores tradicionales.

La modalidad prevalente en la exportación, es como hierba seca y en bruto, es decir que sólo conlleva el proceso de limpiado sin forma de elaboración alguna. Los importadores son los encargados de los procesos siguientes: despalillado, trituración, limpieza y envasado.

La comercialización de hierbas en fresco internacionalmente es limitada y son los propios países productores los que consumen la hierba en este estado. Para cubrir la demanda, los productores han invertido importantes capitales en invernaderos calefactados para obtener cosechas anticipadas en primavera y tardías en otoño. En invierno se importa de zonas cálidas, como por ejemplo Israel, gran proveedor europeo. La comercialización se realiza en mercados al por mayor ubicados en el de París y Hamburgo. El comercio de las hierbas en forma deshidratada está en aumento, al igual que el mercado al por mayor de hierbas orgánicas sobre todo en Alemania y Suiza, con un sobreprecio del 25%.

Por su parte, el mercado de las hierbas congeladas ha comenzado a surgir, con el crecimiento de las ventas bajo esta modalidad en los países europeos. Algunos fabricantes de productos alimenticios prefieren el uso de oleorresinas, sobre todo la industria de la panadería y de la carne. Las hierbas utilizadas como condimento son

empleadas por separado o mezcladas con otras hierbas en diferentes preparaciones, ejemplos de ello son: mezclas de relleno (hierbas y pan rallado) preparados para el uso en la cocina de microondas, salsas, usos dietéticos para reducir el consumo de sal, diferentes combinaciones para condimentos.

Tres son los **sectores demandantes de hierbas** destinadas a la cocina:

- **Fabricación de productos alimenticios**, especialmente en el caso de la **industria cárnica**.
- **Servicios de comida**.
- **Venta minorista**. Las ventas en este sector se mantienen constantes y constituyen el mercado más representativo para las hierbas secas.

La demanda de hierbas aumentará a razón del 1 al 2% anual en el mercado europeo según estimaciones de especialistas, siendo la **menta, salvia, tomillo, romero, orégano y laurel** las que tienen mejores perspectivas. Estas mismas estimaciones, aseguran que la demanda en la industria de la alimentación y de servicios de comidas será mayor que en el comercio minorista. La estructura comercial de especias y de hierbas aromáticas ha tenido algunos cambios en los últimos años: el número de corredores y distribuidores disminuyó, debido en gran parte al aumento del comercio directo entre productores y exportadores grandes y medianos de los países en desarrollo, y también con molinos y fábricas de los mercados consumidores. Los grandes demandantes de hierbas recurren a los corredores especialistas en caso de que necesiten escasos volúmenes o productos adicionales.

Ya casi no existen diferencias marcadas entre las categorías de comerciantes. Los corredores, agentes importadores y distribuidores actúan como intermediarios de los exportadores de los países productores y los consumidores (molinos, fábricas, envasadoras, etc.).

Los grandes comerciantes se encuentran asentados en Amsterdam, Hamburgo, Londres, Marsella y Rotterdam. Este mercado es muy convencional, estableciéndose estrechas relaciones y mutua confianza entre los proveedores y demandantes, llegando estos últimos a prestar asistencia técnica y realizar visitas con



miras de mejorar la producción y la calidad. El gran volumen de exportaciones de estas hierbas se realiza en forma seca (en bruto). Resulta tentador para los países productores procesar la mercadería y después venderla, pero se encuentran con algunos obstáculos, a saber:

- Altos costos iniciales de maquinaria y tecnología.
- Importación de materiales para el envasado.
- Gran diversidad de gustos regionales.
- Normas fitosanitarias más rigurosas para hierbas elaboradas que para las secas en bruto.
- Los importadores se resisten a comprar la mercadería elaborada por temor de que esté contaminada.

Para los exportadores de hierbas aromáticas de países en desarrollo, resulta muy difícil introducir el producto elaborado con marcas propias en el mercado minorista, sin una gran red de distribución y una fuerte inversión en publicidad.

### ***3.2. Producción de planta aromática autóctona en el norte de Marruecos.***

Tanto por el clima mediterráneo predominante y las características geomorfológicas existentes, el norte de Marruecos es un entorno muy favorable para el desarrollo de una flora muy rica en plantas aromáticas y medicinales (PAM). La explotación del sector de PAM autóctonas está todavía en su fase inicial en todo el país. Marruecos exporta productos derivados de la explotación de PAM por un valor en torno a 100 millones de euros (incluyendo la comercialización de aceites esenciales derivados). La actividad agrícola relacionada, con la producción y explotación de PAM puede llegar a generar importantes beneficios y puestos de trabajo en entornos rurales más desfavorecidos.

Aparte de las plantas que aparecen de manera espontánea en el medio natural como es el caso del tomillo, el romero, lavanda o la artemisia, existen actualmente producciones agrícolas diferentes como es el caso de la hierba luisa, el azafrán, la menta, el comino y el anís entre otras. La producción y explotación de PAM y sus



productos derivados pueden comercializarse en múltiples sectores como el farmacéutico, el cosmético, culinario o el agroalimentario.

A pesar de las buenas condiciones que se presentan en Marruecos para el desarrollo de este sector, las técnicas de producción y explotación de PAM tienen numerosas carencias técnicas que deben resolverse para asegurar el futuro del mismo. Entre las más importantes están los escasos recursos técnicos en cuanto a tecnología, riegos, fertilización y transformación en las producciones agrícolas y la falta de instrumentos de gestión de los aprovechamientos sobre estos recursos en el medio natural.

El cultivo de plantas aromáticas y medicinales o la explotación controlada en el medio natural, se presenta por tanto como una alternativa de generación de ingresos muy bien adaptada a las condiciones agroclimáticas de la región y con gran potencialidad, como sector económico en el mercado interior y exterior.

### ***3.3. Participación de España en la producción de plantas aromáticas en Marruecos.***

En primer lugar la imagen del producto español está muy valorada en Marruecos. A este factor, hay que añadirle la cercanía geográfica y el hecho de que ya actualmente España cuenta con importantes cuotas de mercado en varias partidas relativas a plantas y plantones. Sin duda, las mayores oportunidades para nuestro país, se centran en el sector oleícola pues uno de los objetivos consiste en multiplicar por cuatro la producción de éste en 2020 para que alcance la cifra de 340.000 toneladas. Pero hay otros sectores como las plantas aromáticas y medicinales o el cultivo de productos biológicos que están desarrollándose y podrían interesar a las empresas españolas.

En lo que a exportación se refiere, la demanda se centra ante todo en gamas de producción que demandan un control tecnológico elevado. Sin embargo, dada la progresiva apertura del sector, también existen posibilidades para producir

directamente en Marruecos, con las ventajas que supone tanto por su cercanía geográfica como por la disminución de costes de producción.

### 3.4. Mercado español.

En España se cultivan aproximadamente unas 10.000 ha, aunque es muy difícil cuantificar la producción exacta por la complejidad que tienen algunas especies para su consumo como hierba fresca, seca, especia, o extracto para uso farmacéutico. Cuantificar las superficies es complicado ya que muchas especies provienen del medio silvestre y la única manera de intuir el mercado proviene de los datos de exportación e importación que aparecen en las estadísticas de mercados de los diferentes productos o “comodities”. Las principales especies obtenidas en cosecha silvestre son: genciana (*Gentiana lutea*); orégano español (*Thymbra capitata*); mejorana (*Thymus mastichina*); Tomillos (*Thymus vulgaris*, *Thymus zygis*, *Thymus hyemalis*...); salvia española (*Salvia lavandulifolia*); rabo de gato (*Sideritis angustifolia*); romero (*Rosmarinus officinalis*); poleo (*Micromeria fruticosa*); jara (*Cistus ladanifer*).

**Tabla 2.** Datos de las superficies de cultivo por comunidad y especie en 2009 (ha)

|                    | Condimentos<br>(Anís,<br>Azafrán...) |         | Aromáticas<br>(Lavanda,<br>Lavandín...) |         | Lúpulo |         | Pimiento<br>para pimentón |         | Total |
|--------------------|--------------------------------------|---------|---|---------|--------|---------|---------------------------|---------|-------|
|                    | Secano                               | Regadío | Secano                                  | Regadío | Secano | Regadío | Secano                    | Regadío |       |
| Andalucía          | 2.921                                | 166     | 694                                     | 29      | —      | —       | 40                        | 145     | 3.995 |
| Castilla La Mancha | 112                                  | —       | 2393                                    | —       | —      | —       | —                         | 12      | 2.517 |
| Valenciana         | —                                    | 35      | 341                                     | 9       | —      | —       | —                         | —       | 385   |
| Canarias           | 11                                   | —       | —                                       | 49      | —      | —       | —                         | —       | 60    |
| Castilla y León    | —                                    | —       | 441                                     | —       | 57     | 260     | —                         | 45      | 803   |
| Extremadura        | —                                    | —       | —                                       | —       | —      | —       | —                         | 766     | 766   |
| Madrid             | —                                    | —       | —                                       | 14      | —      | —       | —                         | —       | 14    |
| Murcia             | —                                    | —       | 358                                     | 59      | —      | —       | 47                        | 650     | 1.114 |
| Total España       | 3.044                                | 201     | 4.227                                   | 160     | 57     | 260     | 47                        | 1618    | 9.614 |

Fuente: MARM, 2010

### 3.5. Debilidades y fortaleza del cultivo de plantas aromáticas: Análisis DAFO

Tabla 3. DAFO

| <i>Debilidades</i>  | <i>Amenazas</i>   | <i>Fortalezas</i>   | <i>Oportunidades</i>  |
|---|---|---|---|
| Fragilidad recursos humanos<br>Ausencia de promoción<br>Instalaciones obsoletas | Sector poco dinámico<br>Salto generacional<br>Fuga de personal<br>Recursos insuficientes<br>Pérdida de Competitividad | Cercanía al sector<br>Capacidad investigadora<br>Captación recursos<br>Equipos multidisciplinares<br>Capital humano<br>Capacidad de formación | Voluntad política de cambio<br>Capacidad de respuesta a demandas<br>Incorporación I+D+i alimentaria<br>Interés social creciente |

Fuente: Elaboración propia.

A modo de conclusiones del diagnóstico, se relacionan a continuación los aspectos clave que definen y caracterizan el sector de plantas de extractos desde la perspectiva española.

El diagnóstico se ha estructurado en términos de características clave y ordenado de manera temática:

- productos y mercados
- producción vegetal
- transformación y procesos de valor añadido
- mercado mundial y comercio exterior
- gestión empresarial y marketing
- política agraria
- investigación y desarrollo

Las plantas de extractos y sus derivados constituyen un conjunto de productos muy amplio y heterogéneo. El gran número de especies vegetales, su diversidad botánica, los diversos productos derivados de las mismas y su multiplicidad de usos, hace de estas plantas y productos un sector complejo, poco definido, a lo que ha contribuido la limitada importancia económica de estas producciones frente a los cultivos alimentarios o textiles. Sin embargo, el **mercado mundial** se encuentra en franca expansión, debido a un importante incremento de la demanda, especialmente

en los países industrializados y con unas buenas perspectivas a medio plazo. Esta situación, plantea posibilidades de desarrollo económico en actividades relacionadas con este sector productivo alternativo a los productos excedentarios. Considerado en su conjunto, el sector de las plantas de extractos, carente de claridad y transparencia, plantea en la situación actual múltiples dificultades de acceso a un **empresario agrícola** de tipo medio. La oferta actual española, sigue basándose en exceso en la recolección de plantas silvestres, lo que trae consigo numerosas limitaciones para una producción rentable, especialmente en lo que se refiere a la dependencia de la recolección manual y a la heterogeneidad y falta de calidad de las producciones; y ello sin olvidar los problemas ambientales que ocasiona. Del análisis de las estadísticas de producción se deduce que a pesar del incremento de la demanda de este tipo de productos, el cultivo en España se encuentra en crisis, habiéndose producido un estancamiento e incluso un retroceso en algunas especies desde mediados de los años ochenta. Las deficiencias en los procesos de primera **transformación** de las pequeñas empresas agroindustriales y la falta de adecuación de la calidad de los productos a las demandas del mercado, han dado lugar a una importante caída del sector productivo español. De hecho, y a pesar del potencial interno, la demanda actual del mercado se satisface principalmente con importaciones. En cuanto a las exportaciones, no han crecido en la misma medida.

En el **ámbito internacional la producción** de plantas de extractos se basa principalmente en la recolección silvestre y los flujos comerciales se dirigen, preferentemente, desde los países en vías de desarrollo hacia los industrializados. Aquellos determinan la competencia fundamental, ya que son capaces de producir grandes volúmenes a bajo coste (China y otros países asiáticos, países del norte de África,...); no obstante, no deben olvidarse los países industrializados tales como Alemania, Francia e Italia, con ventajas derivadas de su mayor nivel tecnológico y experiencia comercial. Otra zona competidora, a tener en cuenta a medio plazo, es la formada por los países del este europeo, por su potencial productivo y conocimiento técnico del sector. Existen sin embargo, ventajas comparativas de la producción nacional frente a la competencia exterior, debido a las favorables características de España, no sólo ecológicas, sino también productivas y de proximidad a ciertos mercados, para el cultivo y aprovechamiento de determinadas especies que han sido



tradicionalmente apreciadas por su alta calidad en los mercados exteriores o bien que presentan escasa competencia exterior.

Desde el punto de vista de la **producción vegetal**, uno de los aspectos principales que frena el cultivo es la ausencia o dificultad de encontrar material vegetal de multiplicación seleccionado con los requisitos que demandan los mercados y la producción rentable. Por otra parte, la producción moderna e industrial de plantas de extractos debe ir unida al desarrollo de cultivos mecanizables, lo que sólo va a ser posible en suelos agrícolas susceptibles de mecanización convencional, en parcelas de tamaño adecuado y utilizando variedades de cultivo seleccionadas morfológicamente adaptadas a la recolección mecánica y que admitan cierta homogeneidad en la maduración.

A nivel de **investigación**, un gran número de plantas de extractos con posibilidades de desarrollo son cultivos novedosos que requieren experimentación y conocimiento técnico del que hoy por hoy carecen la mayoría de los agricultores. Por otra parte, y con pocas excepciones, tampoco existen servicios de asesoramiento técnico, que asuman las labores de extensión agraria necesarias en este sector. Los cultivos de plantas de extractos pueden ser una alternativa o un complemento viable en algunas zonas y explotaciones agrarias, si bien no debe obviarse la necesidad de cierta especialización de las explotaciones debido a las exigencias productivas y de calidad que suelen tener estos cultivos. Las exigencias de la demanda determinan que en algunas ocasiones deba optarse por la producción ecológica o biológica para obtener precios suficientemente remuneradores.

La **falta de regulación y la dificultad de controlar la recolección** de plantas silvestres puede provocar impactos ambientales significativos, especialmente sobre la flora medicinal y aromática amenazada. En este sentido, el cultivo tecnificado y ambientalmente sostenible supone una alternativa rentable y beneficiosa que evita los impactos derivados de la recolección silvestre, por lo que debe potenciarse en la medida de lo posible, aprovechando la demanda creciente de los mercados. En todo caso, la oferta de ciertas especies de la flora espontánea es difícilmente sustituible,



especialmente a corto plazo, por lo que deben aplicarse sistemas de aprovechamiento racional y sostenible de la flora silvestre de interés.

Frente a la situación de las **pequeñas instalaciones industriales** tradicionales, caracterizadas por la **escasez de tecnología y capital** y por su atomización, en la actualidad el control de calidad de procesos y productos es fundamental debido a las exigencias específicas de la demanda. Las características de ésta, exigen conocer los mercados, sus necesidades y exigencias, y el canal más adecuado para acceder a los mismos. Todos estos factores determinan que la transformación y otros procesos de valor añadido, junto con una importante **labor de marketing**, se constituyan en los factores clave para asegurar la viabilidad de la empresa agraria de plantas de extractos. El escaso peso económico de estas producciones ha determinado la ausencia de una política específica para el desarrollo del sector, lo que ha motivado la falta de apoyo por parte de la administración, en materia de **investigación, promoción y ayuda pública** para estas producciones. Sin embargo, las **nuevas directrices de la PAC** en el marco de la reforma que se está llevando a cabo, pueden determinar que se incrementen los recursos financieros directos o indirectos a políticas estructurales o desarrollo rural, en las que se benefician estos cultivos, en conjunto no excedentarios, que además pueden ayudar a fijar población en zonas desfavorecidas del medio rural. Por otro lado, la tendencia a la liberalización y la disminución de las garantías y subvenciones a los productos agrícolas tradicionales, pueden ayudar a que productos alternativos con demanda creciente, sean considerados como alternativas rentables por parte de los gestores de las modernas explotaciones agrarias.

#### **4. ESTABLECIMIENTO DE LAS PRINCIPALES PLANTAS AROMÁTICAS Y ACEITES ESENCIALES EN MARRUECOS DE ACUERDO CON RENDIMIENTOS Y CALIDAD**

El sector de plantas aromáticas y medicinales sigue siendo casi un desconocido en Marruecos. Sin embargo, existen 4.200 variedades de plantas de este tipo en el país. En 2007 se creó en Taounate el INPMA (*Instituto Nacional de Plantas*

*Medicinales y Aromáticas*) cuya principal misión es establecer una estrategia nacional para este sector en fuerte crecimiento. Sólo unos pocos operadores, han invertido ya en este sector en Marruecos, destacando fundamentalmente la presencia del operador “Naturex”, instalado en Nouaceur. Otros operadores presentes son “Bioland” (Khémisset), “Âromes du Maroc” (Casablanca, Kelaât Mgouna, Khémisset...) y “Gaitatech”. Marruecos, cuenta con todos los recursos para convertirse en una plataforma de referencia para las exportaciones, tanto de plantas en estado bruto, como en productos acabados con mayor valor añadido.

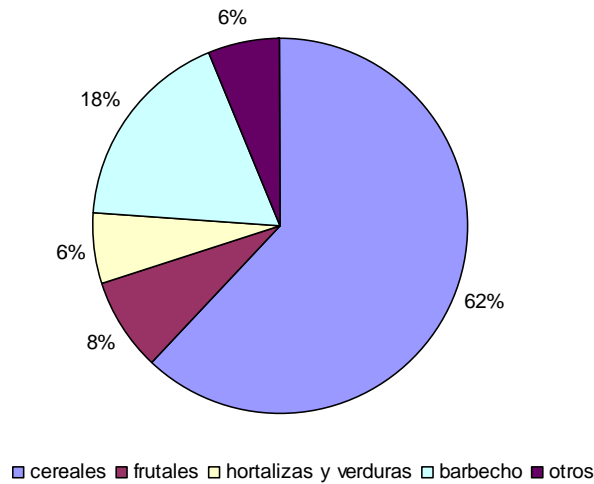
#### **4.1. Sector agrícola.**

El sector agrícola, constituye el principal sector de actividad en Marruecos con un importante efecto arrastre sobre otros sectores. Dependiendo, de las condiciones climatológicas del año, el PIB del sector oscila entre el 11 y el 20% y da empleo al 44% de la población activa. En lo que a intercambios se refiere, el sector representa entre el 15 y el 21% de las exportaciones del país (Marruecos exporta principalmente cítricos, frutas y verduras tempranas y conservas vegetales) y aproximadamente el 19% de las importaciones. La superficie agrícola útil del país es de unos 8,7 millones de hectáreas (13% de la extensión del país).

Este sector se enfrenta a 2 problemas fundamentales:

- La excesiva dependencia de las condiciones climáticas.
- La escasez de maquinaria adecuada, que convierte la actividad agraria en un mero medio de subsistencia.

La excesiva dependencia climática, viene explicada por el hecho de que los cereales (especialmente el trigo) ocupan el 30% del total de la producción agrícola marroquí. A continuación, se indica la distribución del terrero por cultivos para que se vea claramente la preponderancia de los cereales (Figura 1).



**Figura 1.** Distribución de cultivos por superficies en Marruecos, 2005-2010.

En cuanto al segundo problema hay que tener en cuenta que el 70% de las explotaciones agrarias del país poseen menos de 5 ha. Estas explotaciones equivalen al 24% de la superficie agrícola útil. Casi la mitad de la superficie agrícola útil, un 43% corresponde a explotaciones entre 5 y 20 ha. Por último, tan sólo el 8,7% de la superficie agrícola útil y el 0,2% de las explotaciones cuentan con más de 100 ha.

Consciente de la importancia del sector, el gobierno de Marruecos ha lanzado una serie de reformas en el sector. Estas reformas, que incluyen medidas tales como el fomento de producciones agrícolas menos vulnerables a la sequía como el olivo, las especias, las plantas medicinales, el algarrobo o los cultivos biológicos o medidas de financiación adaptadas a las necesidades de las explotaciones agrícolas.

## 5. EXTRACCIÓN INDUSTRIAL DE ACEITES ESENCIALES

### 5.1. *Problemática tecnológica.*

A nivel tecnológico, los procesos industriales para extracción de aceites esenciales, mediante la renovación y la búsqueda de nuevas mejoras persiguen aumentar constantemente la rentabilidad y la eficiencia de los procesos de obtención de tan preciados compuestos. El proceso para obtener los aceites esenciales, se caracteriza por:

- Mínimo impacto ambiental generado.
- Utilización de materias primas renovables, lo que contribuye al desarrollo sostenible de zonas con un menor nivel de industrialización, pero con una alta disponibilidad de mano de obra y de una gran biodiversidad del material vegetal.

Existe un amplísimo conocimiento del proceso para obtener aceites esenciales usando el agua como agente de extracción. Sin embargo, pocas modificaciones se han realizado en las últimas décadas, para controlar y optimizar el proceso. Esto es debido, a que las modificaciones realizadas han tenido un carácter mecánico y buscan disminuir el consumo energético necesario para esta operación.

### 5.2. *Extracción industrial.*

Los procesos de extracción más simples empleados se dividen de acuerdo al disolvente utilizado. La selección de uno de ellos dependerá de las necesidades y facilidades tanto técnicas como económicas con que se cuenten.

- Extracción con agua: infusión, destilación por arrastre con vapor de agua y de cocción.
- Extracción con solventes orgánicos: maceración, lixiviación o percolación, extracción Soxhlet, digestión y por fluido supercrítico.



### 5.2.1. Soxhlet.

Método en caliente que se desarrolla empleando solventes con puntos de ebullición bajo, para evitar la degradación de la muestra. Conveniente para obtener los extractos crudos de las plantas.

### 5.2.2. Digestión.

Se agrega solvente caliente (con temperaturas no mayores a los 50 °C) al material vegetal molido colocado en un recipiente de vidrio de boca pequeña, la temperatura del solvente permite una mayor extracción de compuestos ya que la solubilidad de la mayoría de las especies aumenta con la temperatura.

### 5.2.3. Infusión y decocción.

Tanto la infusión como la decocción son procesos simples de extracción con agua, en el primer caso se agrega agua caliente o fría al material molido y luego se filtra; en el segundo el material se hierve por espacio de 15 minutos con el agua.

### 5.2.4. Extracción con fluidos supercríticos.

Se aprovecha el poder disolvente de fluidos a temperaturas y presiones por encima de sus valores críticos.

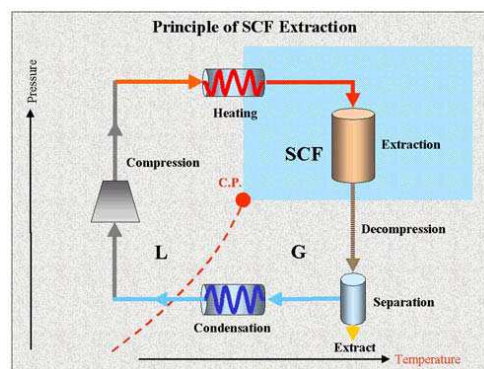


Figura 2. Extracción mediante fluidos supercríticos.

## 5.3. Selección solvente.

La elección del disolvente depende de parámetros técnicos y económicos:

- Selectividad.



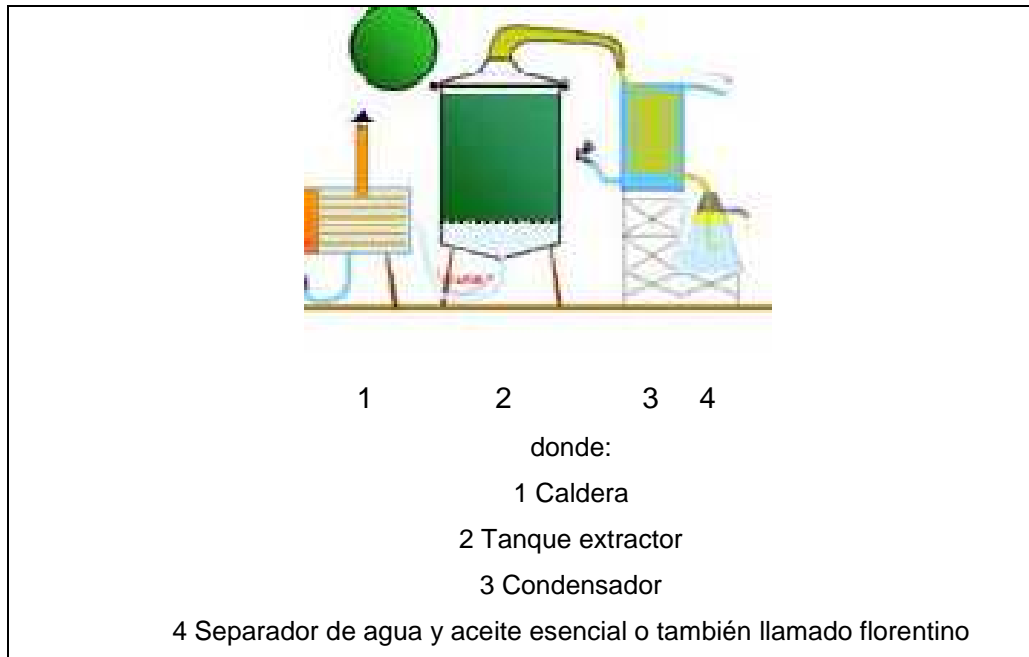
- Estabilidad.
- Inercia química.
- Temperatura de ebullición: no demasiado elevada para permitir su eliminación total y no demasiado baja para evitar las pérdidas.
- Seguridad de manipulación (si es posible no tóxico ni inflamable).

Los disolventes más utilizados son los hidrocarburos alifáticos (éter de petróleo, hexano, y también propano o butano líquido a presión). Aunque el benceno, es un buen disolvente, su toxicidad limita cada vez más su utilización. Igualmente, se ha recurrido a disolventes halogenados y al etanol. También se utilizan otros solventes como soluciones ácidas o alcalinas para la extracción selectiva de algunos compuestos, sin embargo se debe tener precaución con el pH de las mezclas para prevenir hidrólisis o reordenamiento de compuestos sensibles.

#### **5.4. *Procesos de obtención.***

##### **5.4.1. Arrastre con vapor de agua.**

Para realizar la destilación por arrastre con vapor se usan alambiques de características variables y adaptadas a cada tipo o caso específico. Su disposición general se puede ver a continuación:



**Figura 3.** Proceso de destilación por arrastre con vapor

La destilación por arrastre con vapor puede realizarse de tres formas distintas y son comúnmente conocidas como:

- **Hidrodestilación simple o destilación con agua:** consiste en sumergir directamente el material vegetal a tratar en agua, que a continuación se somete a ebullición. En este método, es máxima la acción del agua sobre el material, por ello se puede presentar hidrólisis y oxidaciones. Útil para materiales que tienden al apelmazamiento (flores pequeñas). Es aconsejable cargar el agua ya caliente para disminuir la hidrólisis y el tiempo de operación. Los vapores heterogéneos se condensan y el aceite esencial se separa por diferencia de densidad. Ej.: Trementina.
- **Destilación con vapor saturado o destilación con agua y vapor:** el vegetal no está en contacto con el agua; el vapor de agua se inyecta a
- través de la masa vegetal dispuesta sobre placas perforadas. El material debe tener tamaño uniforme para favorecer el paso del vapor. Trabaja cerca de los 100°C cuando lo hace a 1 atm de presión y el rendimiento es bueno siempre y cuando no se presenten

- apelmazamientos. Por cargarse el material a una temperatura menor a la de trabajo, se producen condensaciones sobre él y esta humedad origina cierta dificultad en la operación, especialmente en el paso y distribución del vapor por la muestra. Por su sencillez, bajo costo y rendimientos, esta técnica es la más usada en la industria de aceites esenciales. Varias farmacopeas la recomiendan como el método óptimo de obtención de esencias.
- **Destilación con vapor seco o sobrecalentado:** consiste en impulsar el vapor a través de la masa vegetal, colocada sobre columnas o cestones. El vapor tiende a recalentarse por la resistencia opuesta a su paso por el material y esto debe evitarse en lo posible, debido a que seca las membranas celulares e impide la salida del aceite. Las instalaciones son más costosas, pero presentan mayores producciones.

La destilación por arrastre con vapor es utilizada para separar sustancias ligeramente volátiles e insolubles en agua, de otros productos no volátiles mezclados con ellas. Para la comprensión de ésta operación, se hace la consideración del comportamiento en la destilación de un sistema de 2 fases formado por dos líquidos, x e y, completamente insolubles entre sí (agua y aceite esencial). Cada líquido ejerce su propia tensión de vapor, independiente de la otra. Así, la Presión total (PT), se puede calcular de la siguiente forma:

$$PT = PX + PY \text{ (a T)}$$

Donde:

PX = Presión de vapor de X a T

PY = Presión de vapor de Y a T

El punto de ebullición de la mezcla será aquella temperatura en la que la presión total PT, sea igual a la atmosférica. Puesto que la presión ejercida por un gas (a una temperatura dada) es proporcional a la concentración de sus moléculas, la

relación de las presiones de vapor de X e Y en el punto de ebullición de la mezcla será igual a la relación entre el número de moléculas de X y de Y que destilan de la mezcla. Así la composición del vapor se puede calcular de la siguiente forma:

$$\frac{N_x}{N_y} = \frac{P_x}{P_y} \quad \text{ec.1}$$

Donde:

$N_x/N_y$  : Relación molar de X e Y en el vapor

O bien:

$$\frac{W_x}{W_y} = \frac{P_x \cdot M_x}{P_y \cdot M_y} \quad \text{ec.2}$$

Donde:

$W_x/W_y$  : Relación de pesos de X e Y en el vapor

$M_x$  : Peso molecular de X

$M_y$  : Peso molecular de Y

De la ec. 2, se puede decir que en la destilación de una mezcla de dos líquidos no miscibles las cantidades relativas en peso de los dos líquidos que se recogen son directamente proporcional a las presiones de vapor de los líquidos a la temperatura de destilación y a sus pesos moleculares. Además, la mezcla destilará a una temperatura constante en tanto exista por lo menos algo de cada uno de los componentes. El procedimiento clásico consiste en ejercer bajo una corriente de agua, una acción abrasiva sobre la superficie del fruto. Después de eliminar los desechos sólidos, el aceite esencial se separa de la fase acuosa por centrifugación.

## 6. REVISIÓN SOBRE EFECTO MICROBICIDA DE LOS ACEITES ESENCIALES

Como se ha citado en otros epígrafes, hay muchas partes de plantas y sus extractos usados como especias y hierbas, que han mostrado efectos antimicrobianos contra bacterias y hongos. Dentro de las bacterias patogénicas adversamente afectadas por un amplio rango de compuestos presentes en esos condimentos se

incluyen: *C. botulinum*, *B.cereus*, *E.coli*, *L.monocytogenes*, *S.Typhimurium*, *S.aureus*, y *V.parahaemolyticus*. Asimismo, los aceites esenciales, que se extraen de dichas plantas, tienen numerosas aplicaciones en la industria de la cosmética (perfumes), en alimentación (aromatizantes y saborizantes), etc. Diversos estudios, abordan las propiedades antimicrobianas de este tipo de compuestos (Burt, S., 2004). En este sentido, el crecimiento de mohos micotoxigénicos, tales como *A.flavus*, *A. parasiticus*, *A. versicolor*, *A. ochraceus*, *Penicillium urticae*, and *Penicillium roquefortii* es retardado o inhibido, así como también el de mohos, levaduras y bacterias causantes del deterioro de alimentos (Beuchat, 2001). Estudios con extractos de hojas de Ginkgo

*biloba* han demostrado su efecto antimicrobiano contra *Listeria monocytogenes*. Xie et al., (2003), observaron que los extractos de las hojas de esta planta redujeron los niveles de la población de *L. monocytogenes* y que este efecto se hizo más pronunciado a bajas temperaturas (4°C). Además, demostraron que la adición de EDTA (1.6 mg/mL) aumentó la actividad antimicrobiana.

Existen compuestos con alta actividad antimicrobiana como el timol del tomillo y el orégano, el aldehído cinámico de la canela o el eugenol del clavo. El interés en la aplicación de aceites esenciales para el control de patógenos en postcosecha se ha incrementado en años recientes debido a que poseen características especiales y presentan un gran potencial en la conservación de alimentos. Los aceites esenciales derivados de plantas son conocidos por su actividad antimicrobiana contra un amplio rango de bacterias y hongos (Ayala-Zavala et al., 2005). Los estudios “*in vitro*” realizados con aceites esenciales han demostrado que la actividad antimicrobiana está influida por el medio de cultivo, la temperatura de incubación y el tamaño del inóculo utilizado (Nychas et al., 2003).

Son relativamente pocos los estudios sobre la actividad antimicrobiana de aceites esenciales en sistemas modelo de alimentos o en alimentos propiamente dichos. Sin embargo, en los estudios realizados se ha logrado ver que la eficacia de los aceites esenciales “*in vitro*” es frecuentemente mucho mayor que en los alimentos (Nychas et al., 2003).



El uso de los aceites esenciales en productos que tengan características sensoriales similares puede ser una buena alternativa, teniendo en cuenta que además son considerados productos GRAS (*Generally Recognize as Safety*). Así, [Lanciotti et al., \(2004\)](#) indicaron que la aplicación de aceites esenciales de mandarina, cidra, limón y lima, sirvieron para aumentar la vida útil de ensalada de frutas y redujeron la carga microbiana, sin alterar las características sensoriales del producto. Otra ventaja de su uso, radica en que al mismo tiempo que parece probada su eficacia antimicrobiana, al ser compuestos naturales, se pueden considerar respetuosos con el medioambiente. A continuación se resaltan algunos de los principios activos y su fuente de origen:

**Tabla 4.** Usos de los aceites esenciales como antimicrobianos

| Nombre común | Nombre científico             | Componente mayoritario | % Composición aprox.   | Referencia   |
|--------------|-------------------------------|------------------------|------------------------|--|
| Cilantro     | <i>Coriandrum sativum</i>     | Linalol                | 26                     | <a href="#">Delaquis et al., 2002</a>  |
| Canela       | <i>Cinnamomum zeylandicum</i> | Trans-cinnamaldehyde   | 65                     | <a href="#">Lens Lisbonne et al., 1987</a>   |
| Orégano      | <i>Origanum vulgare</i>       | Carvacrol<br>Timol     | Trazas-80<br>Trazas-64 | <a href="#">Lawrence, 1984;</a><br><a href="#">Prudent et al., 1995;</a><br><a href="#">Sivropoulou et al., 1996</a> |
| Romero       | <i>Rosmarinus officinalis</i> | 1,8-cineole            | 3-89                   | <a href="#">Marino et al., 2001</a>  |
| Tomillo      | <i>Thymus vulgaris</i>        | Timol                  | 10-64                  | <a href="#">Lens Lisbonne et al., 1997</a>   |

Estos estudios, resultan clave para el desarrollo de envases activos con capacidad antimicrobiana. A pesar de que existen numerosas técnicas y acciones para garantizar la inocuidad de los alimentos (atmósferas protectoras, altas presiones, desinfectantes, irradiación, etc), en ocasiones esto no evita contaminaciones cruzadas en el momento previo al envasado o que se produzca la rotura de la cadena del frío. En la actualidad, los aceites esenciales se revelan como una de las opciones preferidas para el diseño de envases activos ([Almenar et al., 2009](#)).

La actividad de varios aceites esenciales contra microflora tanto alterante como patógena, viene avalada por numerosos estudios ([Hammer et al., 1999;](#) [Cox et al., 2000](#)). Los aceites esenciales, son además una importante fuente de terpenoides y compuestos fenólicos que parecen ser los responsables de la mencionada actividad antimicrobiana ([Helander et al., 1998](#)).

## 7. REFERENCIAS

- Almenar, E., Catalá, R., Hernández-Muñoz, P., Gavara, R. 2009. Optimization of an active package for wild strawberries based on the release of 2-nonanone. *Food Sci. and Technol.* 42:587-593.
- Ayala Zavala JF, Villegas OM, Cuamea NF, González-Aguilar GA. 2005. Compuestos volátiles de origen natural. Nueva alternativa para la conservación. Capítulo 14. En: *Nuevas Tecnologías de Conservación de Productos Vegetales Frescos Cortados*. González-Aguilar GA, AA Gardea, F Cuamea-Navarro (Eds). ISBN 9685862060. Ed. Logiprint Digital S. de R.L. de C.V. pp. 315-338.
- Beuchat LR. 2001. Control of foodborne pathogens and spoilage microorganisms by naturally occurring antimicrobials. En: *Microbial Food Contamination*. Wilson CL, S Droby. (Ed.). CRC Press. London, UK. Chap. 11: 149-169.
- Burt, S. 2004. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods: a review. *J. of Food Micro.* 94: 223-253.
- Cox, S.D., Mann, C.M., Markham, J.L., Bell, H.C., Gustafson, J.E., Warmington, J.R., Wyllie, S.G., 2000. The mode of antimicrobial action of essential oil of *Melaleuca alternifolia* (tea tree oil), *J. Appl. Microbiol.* 88 (2000) 170–175.
- Delaquis, P.J., Stanich, K., Girard, B., Mazza, G. 2002. Antimicrobial activity of individual and mixed fractions of dill, cilantro, coriander and eucalyptus essential oils. *International J. of Food Microb.* 74: 101–109.
- FAOSTAT. 2010. <http://faostat.fao.org>
- Gruenwald S. 2010. *The global herbs*. Botanical Market.
- Hammer, K.A., Carson, C.F., Riley, T.V. 1999. Antimicrobial activity of essential oils and other plant extracts, *J. Appl. Microbiol.* 29: 130-135.
- Helander, I.K., Alakomi, H.L., Latva-Kala, K., Mattila-Sandholm, T., Pol, I., Smid, E.J., Gorris, L.G.M., von Wright, A. 1998. Characterization of the action of selected essential oil components on Gram-negative bacteria, *J. Agric. Food Chem.* 46: 3590-3595.
- Lanciotti R, A Gianotti, F Patrignani, N Belletti, ME Guerzoni, F Gardini. 2004. Use of natural aroma compounds to improve shelf-life and safety of minimally

- processed fruits. Trends Food Sci. Technol. 15:201-208.
- Lawrence, B.M. 1984. The botanical and chemical aspects of oregano. Perfumer and Flavorist. 9: 41– 51.
- Lens-Lisbonne, C., Cremieux, A., Maillard, C., Balansard, G.1987. Methodes d'évaluation de l'activité antibactérienne des huiles essentielles: application aux essences de thym et de cannelle. J. de Pharmacie de Belgique 42 (5): 297-302.
- Marino, M., Bersani, C., Comi, G. 2001. Impedance measurements to study the antimicrobial activity of essential oils from *Lamiacea* and *Compositae*. International J. of Food Microbiol. 67: 187- 195.
- Nychas GJE, PN Skandamis, CC Tassou. 2003. Antimicrobials from herbs and spices. En: Natural Antimicrobials for the Minimal Processing of Foods. Roller S. (Ed.). CRC Press. Washington, D.C. Chap. 9: 177-199.
- Sivropoulou, A., Papanikolaou, E., Nikolaou, C., Kokkini, S. 1996. Antimicrobial and cytotoxic activities of *Origanum* essential oils. J. of Agricul. and Food Chem. 44: 1202 -1205.
- Xie L, NS Hettiarachchy, ME Jane, MG Johnson. 2003. Antimicrobial activity of Ginkgo biloba leaf extract on *Listeria monocytogenes*. J. Food Sci. 68 (1): 268-270.