



**FACULTAD DE FARMACIA
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE**

TRABAJO FIN DE GRADO
**El hinojo (*Foeniculum vulgare* Mill.) en las
Ciencias Farmacéuticas**

Autor: José Ignacio Alonso Esteban

D.N.I.: 70263822H

Tutor: Dra. Esperanza Torija Isasa

Convocatoria: Julio 2015

ÍNDICE

1. Resumen	3
2. Introducción y antecedentes	3
3. Objetivos	6
4. Metodología	6
5. Resultados y discusión	6
5.1. La planta de hinojo	6
5.2. El hinojo como alimento	8
5.3. El hinojo como planta medicinal	11
5.4. Otras utilidades del hinojo en las Ciencias Farmacéuticas	15
6. Conclusiones	15
7. Bibliografía	16

1. RESUMEN

Existen distintas plantas que se conocen por el nombre de hinojo y de todas ellas destaca el hinojo *Foeniculum vulgare* Mill. que pertenece a la familia *Apiaceae*. Esta planta ha destacado por su uso como alimento y como planta medicinal. En nuestro país se emplea como planta medicinal, sobre todo por sus propiedades carminativas y como alimento está ganando cada día más protagonismo. Por estos motivos se ha realizado este estudio, que tiene por objetivos conocer la composición del hinojo, su utilidad como alimento, como planta medicinal y otras posibles aplicaciones en el ámbito de las Ciencias Farmacéuticas. Para llevar a cabo dicho estudio se ha realizado una revisión bibliográfica en fuentes primarias, secundarias y terciarias. En cuanto a los resultados, existen datos de composición nutricional de las distintas partes de la planta, en función de si se trata de hinojo silvestre o cultivado. Destacan las hojas de hinojo silvestre y cultivado, como fuente de fibra. La parte más consumida es el bulbo de hinojo cultivado, que tiene una humedad muy alta y un bajo contenido de grasa, lo que conlleva un valor energético bajo. La capacidad antioxidante es mayor en las hojas que en el bulbo, y se mantiene tras someterlo a cocción. Las semillas se emplean como especia, su humedad es baja, por lo que el resto de componentes se encuentran en mayor proporción. Desde el punto de vista medicinal, el hinojo posee un aceite esencial en el que el compuesto volátil mayoritario es el anetol, principal responsable de sus propiedades medicinales, entre las que destacan la actividad carminativa y expectorante; la capacidad antioxidante se debe a compuestos fenólicos, entre los que destacan los flavonoides. Existen medicamentos autorizados como medicamentos tradicionales a base de plantas, cuyas indicaciones aparecen en las monografías europeas; además, la Real Farmacopea Española cuenta con cuatro monografías de hinojo.

2. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

Existen varias plantas que reciben en español el nombre de hinojo. Algunos no se utilizan en alimentación humana, como es el caso del hinojo gigante y el hinojo de perro, aunque este último posee importantes propiedades farmacológicas. En cambio, otros sí se emplean en alimentación humana, como el hinojo marino y el hinojo (*Foeniculum vulgare*), que es una planta alimentaria utilizada por su sabor y aroma desde la antigüedad y que ahora ha cobrado cierto protagonismo en el panorama gastronómico de nuestro país, razón por la cual se ha llevado a cabo este estudio.

El hinojo de perro (*Bupleurum fruticosens* L.) carece de interés en alimentación humana pero es una planta de gran importancia en la medicina tradicional china, ya que se indican propiedades antiinflamatorias, analgésicas y antipiréticas. Los compuestos responsables de esta actividad son las saikosaponinas de la raíz, siendo la mayoritaria la saikosaponina A¹. Actualmente, se ha demostrado que la parte aérea de la planta también posee actividad farmacológica como inhibidor de los enzimas ciclooxigenasa-1 y 5-lipooxigenasa².

El hinojo gigante o cañaheja (*Ferula communis* L.) es una planta forrajera que no forma parte de la alimentación humana. Cuenta con distintos quimiotipos, algunos de ellos tóxicos. El consumo de ejemplares tóxicos produce una enfermedad denominada ferulosis, que afecta tanto al hombre como al ganado y es de carácter hemorrágico³. Los compuestos responsables son las cumarinas preniladas, entre las que destaca el ferulenol, por su elevada actividad anticoagulante⁴. En los quimiotipos no tóxicos se encuentran, de forma mayoritaria, compuestos de tipo daucanos, siendo el mayoritario la ferutinina. Este hecho hace necesario el desarrollo de métodos que permitan la diferenciación de ambos quimiotipos para evitar problemas⁵. Es interesante hacer referencia a la seta de cañaheja (*Pleurotus eryngii ferulae*), que es una variedad de la seta de cardo que crece a los pies de la cañaheja y se emplea en alimentación⁶.

El hinojo marino (*Crithmum maritimum* L.) es una planta halófito empleada como alimento y como planta medicinal. En cuanto a su composición destaca su contenido de vitamina C, próximo a 50 mg de ácido ascórbico/100 g^{7,8}. Su contenido de grasa es muy bajo y el ácido graso mayoritario es el ácido cetoleico (22:1 ω 11)⁹. Al tratarse de una planta halófito, su contenido de sodio es elevado, cercano a 300 mg/100 g¹⁰. Desde el punto de vista medicinal, destacan las propiedades antibacterianas y antioxidantes de su aceite esencial, cuyos terpenos mayoritarios son timol, γ -terpineno y dilapiol¹¹.

De todos los hinojos, el más importante es *Foeniculum vulgare* Mill., que es la planta objeto de este trabajo. Era utilizado en el antiguo Egipto, los griegos fomentaron su conocimiento en el Mediterráneo y, ya en la Edad Media, fue introducido en Europa central por los españoles. La planta crece en estado salvaje y se cultiva por todo el mundo, empleándose como alimento y como planta medicinal¹².

Dioscórides (s. I d.C.), en su obra *De materia medica*, hacía ya referencia al uso del hinojo de la siguiente manera¹²: “*Esta planta, comida, puede provocar la secreción de leche, también su semilla, bebida o cocida con infusión de harina de cebada. La decocción de su cabellera, bebida, es útil para los que sufren del riñón y vejiga por facilitar la orina;*

conviene a los que han sufrido mordeduras venenosas con vino, provoca la menstruación, mitiga el mareo en las fiebres y la quemazón de estómago, si se bebe con agua fría. Sus raíces pulverizadas con miel aplicadas en unguento son tratamiento para los que han sufrido la mordedura de un perro. El jugo de majar los tallos y las hojas, puesto a secar al sol, se aplica útilmente en las enfermedades oculares relacionadas con la agudeza visual. También se hace jugo, cuando todavía está verde, junto a las hojas, las ramitas y la raíz coincidiendo con la primera germinación, con la misma finalidad que la semilla. En la parte occidental de la península ibérica produce una resina semejante a la goma arábiga: la gente del lugar cosecha el medio del tallo en la floración y lo acerca al fuego para que con el calor la goma se destile como por sudoración. Esa goma es más eficaz que el jugo para las enfermedades oculares.”

En época de Carlomagno (s. VIII d.C.), en *Capitulare de villis* se describe, de una forma ideal, cómo gestionar distintos aspectos del reino. En el artículo 70 se hace referencia al deseo de que en los jardines se planten una serie de plantas y árboles, entre las que se encuentra el hinojo, ya que era una planta muy utilizada en la época¹³.

En la Edad Media se utilizaba hinojo silvestre en la preparación de distintos platos. Con él se elaboraba una salsa para acompañar el pescado y se empleaban sus hojas almibaradas en repostería; Sta. Hildegarda, cita numerosas recetas sobre el uso de la planta¹⁴. Existen, también, referencias al consumo de hinojo italiano en ensalada, que podría tratarse de hinojo cultivado¹⁵. También se empleaba el hinojo como planta medicinal, ya que, según el *Regimen Sanitatis Salernitanum*, era beneficioso para combatir los venenos y la fiebre y en problemas de estómago y de la vista¹⁵. Entre sus virtudes se destacaba la carminativa, como refleja un proverbio de la Escuela de Salerno: *Semen foeniculi pellit spiracula culi*¹⁶.

En la actualidad, el hinojo es una planta conocida a nivel mundial, más desde el punto de vista medicinal que del de la alimentación. En nuestro continente se encuentra el mayor consumidor y productor mundial de hinojo, Italia, con una producción anual de 470 mil toneladas, de las cuales, un tercio se exportan a Francia y Alemania¹⁷. En nuestro país, el consumo es mucho menor, pero va aumentando poco a poco, si bien es cierto que el hinojo silvestre se emplea en distintas regiones de forma tradicional.

Existen pocos estudios sobre la composición nutricional y la presencia de compuestos bioactivos del hinojo y algunos de ellos son de hinojo silvestre. En cuanto al hinojo cultivado, los pocos estudios de valor nutricional son recientes y muy escasos en relación a la influencia

de los tratamientos culinarios en su composición. Desde el punto de vista de sus propiedades medicinales los trabajos de investigación son más numerosos.

3. OBJETIVOS

El objetivo general de este trabajo es conocer la composición del hinojo *Foeniculum vulgare* Mill. silvestre y cultivado y la utilidad de las distintas partes de la planta. Los objetivos específicos son conocer el interés de la planta como alimento y como planta medicinal, así como otras aplicaciones relacionadas con las Ciencias Farmacéuticas.

4. METODOLOGÍA

Este trabajo ha consistido en una revisión bibliográfica de fuentes primarias, tales como artículos de revistas, tesis doctorales y actas de congresos; secundarias, PubMed, Science Direct y Google académico; y terciarias, libros. También se han consultado recursos informáticos de organismos oficiales y proyectos de investigación, así como documentos legales, tanto de España como de la Unión Europea.

La información obtenida se ha dividido en varios apartados, encaminados a dar cumplimiento a los objetivos propuestos.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Este apartado se ha dividido en cuatro subapartados; el primero de ellos trata sobre características de la planta; el segundo, sobre su interés como alimento; el tercero, desde el punto de vista medicinal, incluyendo las monografías de la Farmacopea Española; y el cuarto incluye aquellos aspectos de interés para las Ciencias Farmacéuticas que no pertenezcan a los apartados anteriores.

5.1. La planta de hinojo

Foeniculum vulgare Mill. es una planta originaria de la Europa del Mediterráneo, en España se encuentra en casi todas las provincias y en algunas de ellas su recolección está regulada¹⁸. Existe una gran variedad de nombres vernáculos, tanto en castellano como en las distintas lenguas oficiales; algunos de estos nombres son: cañiguera, perejilón, cenoyo, fenojo, caramuda, fleiteiro y anado¹⁹.

Esta planta crece en los márgenes de los caminos, en campos de cultivo y matorrales y está presente a nivel del mar y hasta los 1200 metros de altitud²⁰. Actualmente se encuentra distribuido prácticamente por todo el mundo y en algunas zonas actúa como especie invasiva, desplazando a la flora auctóctona. Existen programas de recuperación de la riqueza biológica de estas zonas, pero es difícil llevarlos a cabo en grandes superficies y, en ocasiones, los resultados no son los esperados por las grandes diferencias entre los programas piloto llevados a cabo en los laboratorios y las condiciones reales del medio²¹.

El encuadre taxonómico del hinojo es el siguiente: reino: *Plantae*, phylum: *Tracheophyta*, clase: *Magnoliopsida*, orden: *Apiales*, familia: *Apiaceae*, género: *Foeniculum* y especie *Foeniculum vulgare* Mill.²²

Algunos autores distinguen varias subespecies, subsp. *vulgare* y subsp. *piperitum*, siendo la primera la especie cultivada. Pero se han realizado estudios con ejemplares de la península Ibérica y no se ha podido llevar a cabo la división en ambos grupos²⁰. Existen estudios cariológicos, como el de Silvestre²³, que sí diferencian entre ambas subespecies y en ambos casos el número de cromosomas es $n = 11$.

Según Castroviejo²⁰, la familia *Apiaceae* o *Umbelliferae* cuenta con 2500-3700 especies repartidas en 300-450 géneros, datos cuestionables y sujetos a revisión por la difícil delimitación genérica. Otros autores, como Izco²⁴, hablan de 4250 especies repartidas en 460 géneros. La importancia de esta familia desde el punto de vista económico es notable, puesto que cuenta con gran cantidad de especies, aparte del hinojo, de interés alimentario y/o medicinal, tales como perejil (*Petroselinum crispum*), anís (*Pimpinella anisum*), eneldo (*Anethum graveolens*), el cilantro (*Coriandrum sativum*), el comino (*Cominum cyminum*), la alcaravea (*Carum carvi*), entre otras²⁰. También pertenecen a esta familia algunas especies tóxicas, entre ellas la cicuta (*Conium maculatum*) y el nabo del diablo (*Oenanthe crocata*), cuya venta está regulada por la normativa española²⁵.

En cuanto a la descripción botánica, el hinojo, *Foeniculum vulgare* Mill., es una planta perenne que puede llegar a medir hasta 250 cm. Su tallo es erecto, estriado, glauco, glabro, sin restos fibrosos en la base y ramificado en su mitad superior. Las hojas 3-4 pinnatisectas poseen un contorno triangular y son pecioladas y glabras; las caulinares son alternas y progresivamente menos divididas y más cortas, mientras que las superiores se reducen a un pequeño apéndice más corto que la vaina.

Las inflorescencias son umbelas terminales y laterales que carecen de brácteas; la corola de las flores es amarilla, los pétalos poseen un ápice incurvado, el cáliz carece de dientes, el estilopodio es cónico y los estilos divaricados y ambos alcanzan la misma longitud en la fructificación. Los frutos son ovoideos, glabros y comprimidos en los laterales y sus mericarpos poseen cinco costillas prominentes²⁰. En la Figura 1 se muestra una representación de la planta.



Figura 1.- Hinojo, *Foeniculum vulgare* Mill.

5.2. El hinojo como alimento

El hinojo es una planta totalmente comestible y posee sabor y aroma anisados. Existe un uso tradicional de hinojo silvestre. Existen varios platos del sur de España que emplean las hojas como ingrediente principal, tales como el puchero en Granada y la tortilla de hinojo en Almería. En algunas zonas de Castilla la Mancha se toma una porción de tallo de hinojo silvestre y se lleva a la boca por su agradable sabor, sin llegar a ingerirlo²⁶.

En cuanto al hinojo cultivado, destaca el uso del bulbo, siendo Italia uno de los consumidores más importantes y, aunque su uso está ampliamente difundido en muchos países de Europa, no posee, hasta el momento, un papel destacado en la gastronomía española, si bien es cierto que en los últimos años su consumo se ha visto aumentado y se encuentra disponible en muchos establecimientos comerciales; las hojas y las semillas de hinojo cultivado también pueden encontrarse en algunos establecimientos, pero se usan mucho menos que el bulbo. El uso de brotes e inflorescencias es minoritario. El bulbo y las hojas de hinojo se consideran hortalizas condimentarias²⁶.

En España existen dos productos de Calidad Diferenciada que emplean los tallos de hinojo en su elaboración: Indicación Geográfica Protegida Berenjena de Almagro²⁷ y Denominación de Origen Protegida Aceituna de Mallorca²⁸. En Italia existe un producto con Calidad Diferenciada, la Indicación Geográfica Protegida Finocchiona, que es un salami con semillas de hinojo²⁹.

El hinojo se usa también en la elaboración de bebidas alcohólicas como licores aromatizados³⁰, entre los que se encuentra la absenta, que se elabora con ajeno (*Artemisia absinthium* L.), anís verde (*Pimpinella anisum* L.) e hinojo. Esta bebida contiene tuyona, monoterpeno relacionado con el absintismo, aunque no se ha llegado a demostrar esta

relación^{31,32}. En España, el nivel máximo permitido de α y β tujona es 5 mg/Kg, en bebidas con graduación alcohólica inferior a 25° GL y 10 mg/Kg si superan los 25° GL³³.

Existen diferentes estudios sobre la composición de las distintas partes del hinojo. En la Tabla 1 se recogen datos de las plantas silvestres³⁴ y en la Tabla 2 de las cultivadas^{26,35}.

Tabla 1. Composición centesimal (g/100 g) y valor energético (Kcal/100 g) de hinojo silvestre (sobre sustancia fresca)

	Brotos ³⁴	Tallos ³⁴	Inflorescencias ³⁴	Hojas ³⁴
Humedad	73,88 ± 0,83	77,46 ± 1,03	71,31 ± 4,01	76,36 ± 0,33
Proteínas	1,33 ± 0,04	1,08 ± 0,00	1,37 ± 0,05	1,16 ± 0,03
Grasa	0,49 ± 0,05	0,45 ± 0,07	1,28 ± 0,28	0,61 ± 0,16
Carbohidratos	21,91 ± 0,55	19,39 ± 0,65	22,82 ± 3,06	18,44 ± 0,06
Cenizas	2,39 ± 0,02	1,62 ± 0,12	3,23 ± 0,02	3,43 ± 0,04
Valor energético	97,37 ± 2,44	85,91 ± 3,02	108,23 ± 10,37	83,90 ± 1,34

Tabla 2. Composición centesimal (g/100 g) y valor energético (Kcal/ 100 g) de hinojo cultivado (sobre sustancia fresca)

	Semillas ³⁵	Hojas ²⁶	Bulbo ²⁶
Humedad	8,81 ± 0,74	73,88 ± 0,83	93,80 ± 1,51
Proteínas	15,80 ± 0,93	1,33 ± 0,04	1,42 ± 0,10
Grasas	14,87 ± 1,04	0,49 ± 0,05	0,17 ± 0,04
Carbohidratos disponibles*	12,49	1,32 ± 0,05	1,92 ± 0,40
Fibra	39,8	4,33 ± 0,18	1,62 ± 0,20
Cenizas	8,22 ± 0,26	1,93 ± 0,12	0,77 ± 0,15
Valor energético	345	40,49	18,13

*expresados en g de glucosa/100 g

Las semillas poseen unos valores de humedad muy bajos en comparación a los de hojas y bulbo; destaca proteínas, grasa y especialmente fibra. En algunas ocasiones se utilizan en forma de infusión.

Al ser el bulbo la parte de la planta con mayor consumo, se ha estudiado la composición nutricional no sólo crudo, sino también cocido. El bulbo de hinojo presenta una humedad elevada, grasa y proteínas en baja cantidad y la fracción mayoritaria es la hidrocarbonada. Una vez cocido, partiendo de agua hirviendo, dicho bulbo pierde un 6,6% de su peso, sin

variar prácticamente la composición; el valor energético es bajo (18,13 Kcal/100 g en el crudo y 16,8 Kcal/100 g en el cocido). En la fracción de fibra, uno de los componentes mayoritarios son las sustancias pécticas, a las que haremos referencia en el apartado 5.4.

Teniendo en cuenta la Reglamentación Técnico-sanitaria sobre declaraciones nutricionales autorizadas y etiquetado^{36,37}, se puede decir que el bulbo de hinojo cultivado, tanto crudo como cocido, es un alimento de bajo valor energético y sin grasa. De las hojas se puede indicar que son un alimento sin grasa y, además, fuente de fibra.

Uno de los micronutrientes de mayor interés en las hortalizas es la vitamina C. Las hojas de hinojo cultivado presentan valores muy variables entre 5 y 82,4 mg/100 g, debido al origen de la planta, estado de madurez y forma de conservación, por lo que a partir de estos datos no se puede concluir si estas hojas son fuente de dicha vitamina. El bulbo cultivado crudo presenta valores en torno a 5,7 mg/100 g y, al someterlo a cocción, se pierde más de un 80% esta vitamina y su contenido se ve reducido a 0,9 mg/100 g²⁶, lo que es común al cocinar los vegetales³⁸. Según Morales-Gómez³⁹, el contenido de vitamina C de hojas y tallos tiernos de hinojo silvestre es de 11,16 mg/100 g.

El contenido de minerales ha sido menos estudiado y existen pocos datos, pero destacan los niveles de potasio, 406 mg/100 g; calcio, 227 mg/100 g; y sodio, 90,5 mg/100 g de hojas y tallos tiernos de hinojo silvestre, que puede considerarse fuente de potasio y de calcio y un alimento bajo en sodio. Además, según García-Herrera⁴⁰, el calcio tiene una alta biodisponibilidad por la reducida relación ácido oxálico/calcio, cuyo valor es 0,8.

En cuanto a la capacidad antioxidante total, determinada por el método de Folin-Ciocalteu y expresada en mg equivalentes de ácido gálico/100 g, es superior en hojas y tallos tiernos de hinojo silvestre, donde se alcanzan los 163,91 mg/100 g³⁹, respecto a los 123,51 mg/100 g de las hojas de hinojo cultivado. En el bulbo de hinojo cultivado, la capacidad antioxidante total es de 46,37 mg/100g y se mantiene tras someter el producto a cocción²⁶. Debemos tener en cuenta que en el hinojo existen diferentes compuestos fenólicos, responsables, en parte, de esta capacidad antioxidante, que se tratarán en el apartado 5.3. de esta memoria.

Algunos autores^{34,39} han estudiado ácidos grasos en diferentes partes de la planta de hinojo silvestre y los ácidos grasos poliinsaturados son los mayoritarios.

En cuanto a otros datos de composición, existen estudios que presentan datos aislados y que no son significativos desde el punto de vista nutricional, si bien es cierto que cabe

destacar el contenido de ácido fólico de hojas y tallos tiernos de hinojo silvestre, que alcanza los 0,47 mg/100 g, por lo que se considera un alimento con alto contenido de ácido fólico³⁹.

También existen estudios, como el de Rawson et al.⁴¹, sobre la formación de compuestos indeseables en el bulbo de hinojo a causa del tratamiento culinario. Uno de estos compuestos es hidroximetilfurfural, que puede alcanzar una concentración de 120 µg/g cuando se asa el bulbo. En cambio, el tratamiento culinario también destruye algunos compuestos beneficiosos, como es el caso de los poliacetilenos, que disminuyen por degradación térmica al someter al hinojo a altas temperaturas en asados y cocciones^{41,42}. Los poliacetilenos, entre los que destaca el falcarinol, son unos compuestos ampliamente distribuidos en la familia *Apiaceae* y que poseen propiedades farmacológicas y toxicológicas interesantes, las cuales están siendo estudiadas desde hace unos años⁴².

En cuanto a la hipersensibilidad al hinojo, esta no es muy común, pero se han descrito casos de alergia cruzada con melocotón, ya que su principal alérgeno es el mismo, una proteína transportadora de lípidos (PTL)⁴³.

5.3. El hinojo como planta medicinal

Como se ha comentado anteriormente, existen distintas referencias en cuanto a las propiedades medicinales del hinojo a lo largo de la historia, principalmente se utiliza como carminativo.

A la hora de valorar la importancia del hinojo, *Foeniculum vulgare*, sin tener en cuenta subespecies y variedades, lo más destacable y estudiado es su aceite esencial, que contiene hasta 87 compuestos volátiles diferentes. Según recogen Badgujar et al.²², el compuesto mayoritario es el trans-anetol, que representa hasta el 75% del aceite esencial; el segundo componente más abundante es la fenchona, entre 8 y 15%, seguido del estragol, o metilchavicol, con un 5-9%. Para Telci et al.⁴⁴, los niveles de fenchona son menores y no llegan al 4% y el d-limoneno representa casi el 7% del aceite esencial. El contenido de aceite esencial disminuye con la maduración, pero este hecho se debe principalmente al aumento de peso del fruto a lo largo de la maduración⁴⁴. Las estructuras de algunas de estas moléculas están representadas en la Figura 2.

La presencia de compuestos fenólicos es significativa; destacan los ácidos fenólicos derivados del ácido cinámico, el extracto metanólico presenta un 15% de ácido rosmarínico y casi 7% de ácido clorogénico. Los flavonoides también son compuestos abundantes en el hinojo; los mayoritarios son los derivados de la quercetina, tales como quercetina-3-

glucurónido, isoquercetina y quercetina-3-arabinósido; kaempferol, como kaempferol-3-arabinósido y kaempferol-3-glucurónido; e isorhamnetina, sobre todo isorhamnetina-3-glucósido (Figura 2). Estos compuestos son los responsables de la actividad antioxidante del hinojo y son más abundantes en el hinojo cultivado que en el silvestre²².

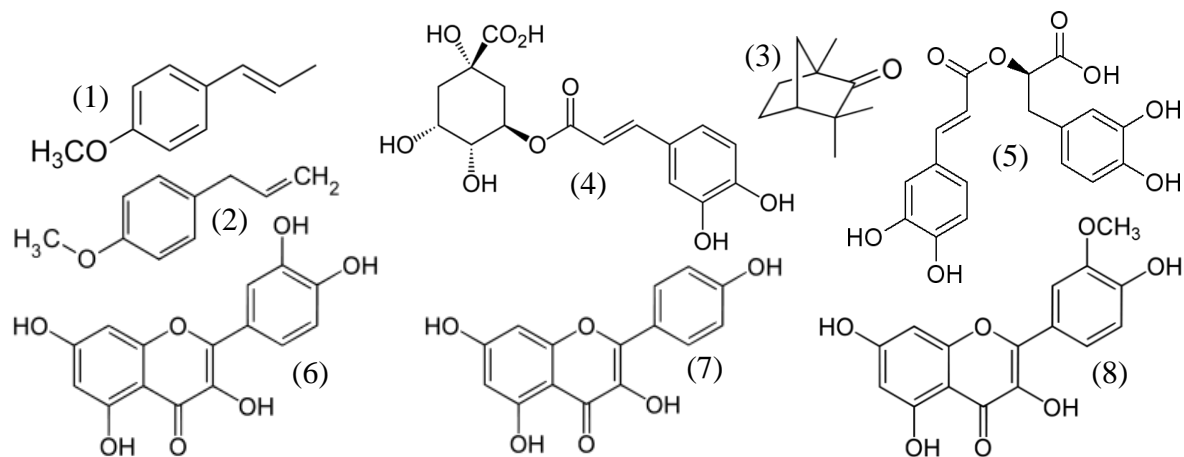


Figura 2. Estructuras químicas de anetol (1), estragol (2), fenchona (3), ácido clorogénico (4), ácido rosmarínico (5), quercetina (6), kaempferol (7) e isorhamnetina (8).

En los últimos años se han realizado numerosos estudios para determinar las propiedades farmacológicas del hinojo. En la última revisión de Badgujar et al.²², se recogen datos de estudios que demuestran que el hinojo posee las más variadas actividades; de ellas destacamos carminativa, antimicrobiana, antiviral, antiinflamatoria, antialérgica, hepatoprotectora, ansiolítica, potenciadora de la memoria, estrogénica, galactógena, expectorante, diurética, antihipertensiva, antitrombótica, antitumoral, hipolipemiente, hipoglucemiante, antiespasmódica, antienvjecimiento, broncodilatadora y antioxidante. Si bien es cierto algunas de estas actividades se han demostrado con extractos no caracterizados y de forma aislada, por lo que sería necesario continuar estudiando las distintas propiedades medicinales de la planta.

En cuanto a los usos del hinojo en fitoterapia, Bruneton¹ indica que las semillas se emplean de forma tradicional por sus propiedades carminativas en el tratamiento sintomático de desórdenes digestivos, tales como flatulencia, digestiones lentas, así como en procesos dolorosos por trastornos digestivos.

Distintos extractos de hinojo, sobre todo acuoso y metanólico, han demostrado poseer actividad antimicrobiana y antiviral in vitro, llegando incluso a afirmar que el consumo de hinojo disminuye el riesgo de padecer enfermedades como la tuberculosis. Actualmente,

existen problemas por la presencia de microorganismos resistentes a los tratamientos disponibles, por lo que existe la necesidad de desarrollar nuevos agentes antimicrobianos. Algunos metabolitos del hinojo podrían ser una fuente potencial de estos nuevos antimicrobianos²².

La actividad estrogénica podría deberse a la acción de un estilbeno procedente de la dimerización del anetol¹. El hinojo promueve la menstruación y alivia los síntomas de la menopausia, también reduce la frecuencia de contracciones uterinas inducidas por la prostaglandina E2²².

En cuanto a la actividad galactógena, la similitud estructural del anetol con la dopamina podría ser la responsable, ya que el anetol se uniría a los receptores de dopamina responsables de la estimulación de la secreción de leche, impidiendo la acción antisecretora de la dopamina sobre tales receptores. Estudios recientes sugieren que el anetol podría formar unos polímeros, tales como dianetol y fotoanetol, que serían los responsables de la actividad²².

Las propiedades expectorantes se deben a la estimulación de la contracción del músculo liso traqueal por parte del aceite esencial del hinojo, lo que facilita la expectoración en resfriados^{22,45}.

En base a la Directiva 2004/24/CE del Parlamento Europeo y del Consejo⁴⁶ y después de su trasposición a la Normativa española en el Real Decreto 1345/2007⁴⁷, en España, el hinojo, en concreto el fruto, está autorizado como medicamento tradicional a base de plantas, con un registro simplificado basado en su uso tradicional. Uno de estos medicamentos, a base de plantas, comercializado en España, está indicado en el tratamiento de molestias gastrointestinales, tales como flatulencia o hinchazón, y como expectorante en resfriados; su ficha técnica se encuentra en la Agencia Española del Medicamento y Productos Sanitarios (AEMPS)⁴⁸. En esta ficha técnica se hace referencia únicamente a la especie *Foeniculum vulgare* Mill., sin mencionar subespecies ni variedades.

No obstante, en las monografías de la Real Farmacopea Española (RFE)⁴⁹ y de la Agencia Europea del Medicamento (EMA)^{50,51,52} se hace referencia a la subespecie *vulgare* y a las variedades *vulgare* y *dulce*, de los hinojos amargo y dulce, respectivamente. La RFE cuenta con cuatro monografías: fruto de hinojo dulce, fruto de hinojo amargo, aceite esencial de fruto de hinojo amargo y aceite esencial de las partes aéreas de hinojo amargo⁴⁹; y la EMA cuenta con tres monografías: fruto de hinojo dulce⁵⁰, fruto de hinojo amargo⁵¹ y aceite del fruto de hinojo amargo⁵². La indicación del hinojo como expectorante figura en las tres monografías

de la EMA, mientras que las indicaciones para problemas gastrointestinales sólo aparecen reflejadas en dos, ya que no se le atribuye dicha indicación al aceite del fruto de hinojo amargo.

La RFE refiere que los frutos están constituídos por diaquenios y mericarpos secos de *Foeniculum vulgare* Miller sp. *vulgare* var. *vulgare*, en el caso del hinojo amargo, y var. *dulce* en el hinojo dulce. El fruto de hinojo amargo contiene al menos 40 ml/kg de aceite esencial respecto a la droga anhidra, del cual un 60% debe ser al menos anetol y 15% fenchona. En cuanto al fruto de hinojo dulce, el contenido de aceite esencial es menor, 20 ml/kg, pero con al menos un 80% de anetol⁴⁹.

En cuanto a la identificación, los exámenes macroscópicos y microscópicos descritos son los mismos para los frutos de hinojo amargo y dulce. El examen por cromatografía en capa fina sí difiere, ya que para el fruto de hinojo amargo se emplean patrones de anetol y fenchona, mientras que para el dulce sólo se emplea anetol como patrón. Al revelar los cromatogramas, éstos presentan una banda de atenuación de la fluorescencia en la parte central, correspondiente al anetol, y una mancha pardo rojiza en el tercio superior, correspondiente a los terpenos, y en el caso del hinojo amargo también aparece una banda amarilla en el tercio inferior, por la presencia de fenchona.

Los ensayos que han de realizarse son prácticamente los mismos para los frutos de hinojo amargo y dulce. En ambos casos son elementos extraños, agua y cenizas totales. La única diferencia es que en el fruto de hinojo amargo se realiza el ensayo de estragol y en el dulce de estragol y fenchona, en ambos casos por cromatografía de gases. El aceite esencial se valora de la misma manera en ambos frutos, pero en el amargo se valoran también anetol y fenchona y en el dulce sólo anetol.

Las monografías de la RFE sobre aceites esenciales de fruto y partes aéreas de hinojo amargo tienen más diferencias entre sí que las monografías de los frutos. Los métodos empleados en la identificación son dichos aceites esenciales, cromatografía en capa fina y cromatografía de gases, aunque los resultados son distintos. Los ensayos descritos en ambos casos son densidad óptica, índice de refracción, rotación óptica y perfil cromatográfico; además, la monografía del aceite esencial de las partes aéreas de hinojo amargo recoge también el ensayo de solubilidad en alcohol. Las especificaciones de estos ensayos son distintas en función de la procedencia del aceite esencial y dentro del aceite esencial de las partes aéreas de hinojo amargo también se diferencia entre los tipos España y Tasmania y debe quedar reflejado en el etiquetado si se trata de un tipo u otro.

5.4. Otras utilidades del hinojo en las Ciencias Farmacéuticas

Una aplicación del hinojo más allá de su uso como alimento y como planta medicinal es la obtención de biopolímeros. Según Giosafatto et al.⁵³, el hinojo posee pectinas compuestas, principalmente, por ácidos urónicos y pequeñas cantidades de ramnosa, galactosa y arabinosa. Estas pectinas se extraen del bulbo de hinojo en condiciones ácidas y son la fuente de carbohidratos necesaria para la preparación de biopolímeros. Estos biopolímeros experimentan un hinchamiento isotrópico que aumenta si disminuyen la fuerza iónica y la presión osmótica del medio; en cuanto al pH, un cambio brusco produce la disociación de grupos ionizables y disminuye la carga del polímero, por lo que disminuye el efecto Donnan y la capacidad de hinchamiento se reduce. La resistencia mecánica de estos biopolímeros es considerable. Estas características hacen de los biopolímeros de pectinas de hinojo un posible candidato a formar parte de matrices poliméricas en administración de fármacos con liberación modificada⁵⁴.

Otra aplicación del hinojo es su uso en la obtención industrial de anetol, ya que, durante muchos años, se ha empleado esta planta por su alto contenido de aceite esencial¹.

6. CONCLUSIONES

El hinojo *Foeniculum vulgare* Mill. de la familia Apiaceae es una planta conocida desde la antigüedad, que se ha empleado y se emplea como alimento y como planta medicinal.

Al estudiar el hinojo desde el punto de vista de su uso como alimento, existen pocos datos sobre la composición del hinojo silvestre y del cultivado, así como de las distintas partes de las plantas. Del hinojo cultivado se utiliza preferentemente el bulbo como hortaliza; presenta un elevado contenido de agua, bajo valor energético y destaca la fracción hidrocarbonada. Las hojas son fuente de fibra y tienen un contenido interesante de vitamina C. En cuanto a la capacidad antioxidante total, es mayor en hinojo silvestre que en hojas y bulbo de hinojo cultivado, en el que se mantiene tras la cocción.

El hinojo posee un aceite esencial cuyo compuesto mayoritario es el anetol, responsable de gran parte de las propiedades farmacológicas. También posee compuestos fenólicos, entre los que destacan los flavonoides, que poseen propiedades antioxidantes.

De las distintas propiedades farmacológicas atribuidas al hinojo destacan la caminativa y la expectorante, que son las indicaciones que figuran en las monografías de la EMA. El hinojo

está aprobado por la AEMPS como medicamento tradicional a base de plantas y la RFE cuenta con cuatro monografías que regulan sus especificaciones.

En cuanto a otras aplicaciones del hinojo, destacan los biopolímeros de pectinas de bulbo de hinojo.

7. BIBLIOGRAFÍA

- 1 Bruneton J. Farmacognosia. Fitoquímica. Plantas medicinales. 2ed. Zaragoza: Acribia; 2001.
- 2 Prieto JM, Giner RM, Recio MC, Máñez S, Ríos JL. Dual inhibition of cyclooxygenase-1 and 5-lipoxygenase by aerial part of *Bupleurum fruticosens* methanol extract. *Fitoterapia*. 2004; 75:179-186
- 3 Zucca P, Sanjust E, Loi M, Sollai F, Ballero M, Pintus M, Rescigno A. Isolation and characterization of polyphenol oxidase from Sardinian poisonous and non-poisonous chemotypes of *Ferula communis* (L.). *Phytochemistry*. 2013; 90:16-24.
- 4 Monti M, Pinotti M, Appendino G, Dallochio F, Bellini T, Antognoni F, Poli F, Bernardi F. Characterization of anti-coagulant properties of prenylated coumarin ferulenol. *Biochimica et Biophysica Acta*. 2007; 1770:1437-1440.
- 5 Sacchetti G, Appendino G, Ballero M, Loy C, Poli F. Vittae fluorescence as a tool to differentiate poisonous and non-poisonous populations of giant fennel (*Ferula communis*) of the island Sardinia (Italy). *Biochemical Systematics and Ecology*. 2003; 31:527-534.
- 6 Manzi P, Gambelli L, Marconi S, Vivanti V, Pizzoferrato L. Nutrients in edible mushrooms: an inter-species comparative study. *Food Chemistry*. 1999; 65:477-482.
- 7 Guil JL, Rodríguez-García I, Torija ME. Nutritional and toxic factors in selected wild edible plants. *Plant Foods for Human Nutrition*. 1997; 51:99-107.
- 8 Guil-Guerrero JL, Torija-Isasa ME. Edible Wild Plants. In: Majundar DK, Govil JN, Singh VK. (eds.) *Recent Progress in Medicinal Plants Vol. VIII. Phytochemistry and Pharmacology*. Texas: Sci. Tech Publising; 2003. p. 431-466.
- 9 Guil JL, Torija ME, Giménez JJ, Rodríguez I. Identification of fatty acids in edible wild plants by gas chromatography. *Journal of Chromatography A*. 1996; 719:229-235.
- 10 Guil-Guerrero JL, Giménez-Martínez JJ, Torija-Isasa ME. Mineral nutrient composition of edible wild plants. *Journal of Food Composition and Analysis*. 1998; 11:322-328.

- 11 Jallali I, Zaouali Y, Missaoui I, Smeoui A, Abdelly C, Ksouri R. Variability of antioxidant and antibacterial effects of essential oils and acetonic extracts of two edible halophytes: *Crithmum maritimum* L. and *Inula crithmoides* L. Food Chemistry. 2014; 145:1031-1038.
- 12 López-Eire A. Dioscórides interactivo. Ediciones Universidad Salamanca. [Internet]. Available from <http://dioscorides.eusal.es/index.php> [Accessed 2015 June 20].
- 13 Mobbs R, Palmer J, Palmer N, Story J. Carolingian Polyptyques. University of Leicester. [Internet]. Available from <https://www.le.ac.uk/hi/polyptyques/ack.html> [Accessed 2015 June 21].
- 14 Briendl E. Las buenas recetas de la abadesa. Entre los fogones con Santa Hildegarda. Barcelona: Tikal Ediciones; 1984.
- 15 Dutton B. Berceo y la Rioja Medieval: unos apuntes botánicos. Berceo. 1980; 98:3-29.
- 16 Font Quer P. Plantas Medicinales. El Dioscórides Renovado. 15ed. Barcelona: Labor; 1995.
- 17 Bianchi D. Finocchio, benessere tutto italiano. Italiafruit News. [Internet]. Available from <http://www.italiafruit.net/DettaglioNews/29786/il-prodotto-della-settimana/finocchio-benessere-tutto-italiano> [Accessed 2015 June 21].
- 18 Orden de 2 de junio de 1997, por la que se regula la recolección de ciertas especies vegetales en los terrenos forestales de propiedad privada en la Comunidad Autónoma de Andalucía. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía núm. 71 de 21/6/1997.
- 19 Aedo C, Castroviejo S. Anthos. Sistema de información sobre plantas de España. [Internet]. Available from <http://www.anthos.es> [Accessed 2015 June 22].
- 20 Castroviejo S. Flora Ibérica: Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares. Vol. X. Araliaceae-Umbelliferae. Madrid: Real Jardín Botánico-CSIC; 2003.
- 21 Erskine-Odgen JA, Rejmánek M. Recovery of native plant communities after the control of a dominant invasive plant species, *Foeniculum vulgare*: Implications for management. Biological Conservation. 2005; 125:427-439.
- 22 Badgajar SB, Patel VV, Bandivdekar AH. *Foeniculum vulgare* Mill: A Review of Its Botany, Phytochemistry, Pharmacology, Contemporary Application and Toxicology. BioMed Research International. 2014; Article ID 842674.
- 23 Silvestre, S. Contribución al estudio cariológico de la familia *Umbiliferae* en la península Ibérica. I. Lagasalia. 1976; 6(1):23-32.
- 24 Izco J. Botánica. 2ed. Madrid: McGraw-Hill Interamericana; 2004.

- 25 Orden SCO/190/2004, de 28 de enero, por la que establece la lista de plantas cuya venta al público queda prohibida o restringida por razón de su toxicidad. Boletín Oficial del Estado núm. 32 de 6/2/2004.
- 26 Alonso-Esteban JI, Longoni T, Matallana-González MC, Torija-Isasa ME. Valor nutritivo y propiedades funcionales del hinojo *Foeniculum vulgare*. En Serrano M, Valero D. (eds.) Actas de Horticultura núm. 71. Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas: Retos de la Nueva Agricultura Mediterránea; 2015 jun 2-5; Orihuela, Alicante. Sociedad Española de Ciencias Hortícolas; 2015. p. 441-444.
- 27 Orden de 20 de abril de 1995 por la que se ratifica el Reglamento de la Denominación Específica Berenjena de Almagro y de su Consejo Regulador. Boletín Oficial del Estado núm. 104 de 2/5/1995.
- 28 Publicación de una solicitud con arreglo al artículo 50, apartado 2, letra a), del Reglamento (UE) n° 1151/2012 del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre los regímenes de calidad de los productos agrícolas y alimenticios. Diario Oficial de la Unión Europea C 276/17 de 25/9/2013.
- 29 Publicación de una solicitud con arreglo al artículo 50, apartado 2, letra a), del Reglamento (UE) n° 1151/2012 del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre los regímenes de calidad de los productos agrícolas y alimenticios. Diario Oficial de la Unión Europea C 155/5 de 23/5/2014.
- 30 Belitz HD, Grosch W, Schieberle P. Food Chemistry. 4ed. Germany: Springer; 2009.
- 31 Lachenmeier DW, Emmert J, Kuballa T, Sartor G. Thujone-Cause of absinthism? Forensic Science International. 2006; 158:1-8.
- 32 Pelkonen O, Abass K, Wiesner J. Thujone and thujone-containing herbal medicinal and botanical products: Toxicological assessment. Regulatory Toxicology and Pharmacology. 2013; 65:100-105.
- 33 Real Decreto 1908/1984, de 28 de septiembre, por el que se modifican algunos de los artículos y epígrafes de determinadas Reglamentaciones para la elaboración, circulación y comercio de bebidas derivadas de alcoholes naturales. Boletín Oficial del Estado núm. 259 de 29/10/1984.
- 34 Barros L, Carvalho AM, Ferreira ICFR. The nutritional composition of fennel (*Foeniculum vulgare*): Shoots, leaves, stems and inflorescences. LWT-Food Science and Technology. 2010; 43:814-818.

- 35 USDA. National Nutrient Database for Standard Reference, National Agricultural Library. Full Report 02018, Spices, fennel seed. [Internet]. Available from <http://ndb.nal.usda.gov/> [Accessed 2014 June 4].
- 36 Reglamento (CE) n° 1924/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo de 20 de diciembre de 2006 relativo a las declaraciones nutricionales y de propiedades saludables en los alimentos. Diario Oficial de la Unión Europea L 404/9 de 30/12/2006.
- 37 Directiva 2008/100/CE de la Comisión de 28 de octubre de 2008 por la que se modifica la Directiva 90/496/CEE del Consejo, relativa al etiquetado de propiedades nutritivas de los productos alimenticios, en lo que respecta a las cantidades diarias recomendadas, los factores de conversión de la energía y las definiciones. Diario Oficial de la Unión Europea L 285/9 de 29/10/2008.
- 38 Pighín AF, Rossi AL. Espinaca fresca, supercongelada y en conserva: contenido de vitamina C pre y post cocción. *Revista Chilena de Nutrición*. 2010; 37(2):201-207.
- 39 Morales-Gómez P. Vegetales silvestres de uso alimentario: determinación de compuestos bioactivos y valoración de la capacidad antioxidante [Tesis doctoral]. Madrid: Universidad Complutense de Madrid; 2011.
- 40 García-Herrera P. Plantas silvestres de consumo tradicional en España: caracterización de su valor nutricional y estimación de su actividad antifúngica [Tesis doctoral]. Madrid: Universidad Complutense de Madrid; 2014.
- 41 Rawson A, Hossain MB, Patras A, Tuohy M, Brunton N. Effect of boiling and roasting on the polyacetylene and polyphenol content of fennel (*Foeniculum vulgare*) bulb. *Food Research International*. 2013; 50:513-518.
- 42 Rawson A, Brunton NP, Rai DK, McLoughlin P, Tiwari BK, Tuohy MG. Stability of falcarinol type polyacetylenes during processing of *Apiaceae* vegetables. *Trends in Food Science & Technology*. 2013; 30:133-141.
- 43 Pastorello EA, Farioli L, Satafyaraki C, Scibilia J, Giuffrida MG, Mascheri A, Piantanida M, Baro C, Primavesi L, Nichelatti M, Schroeder JW, Pravettoni V. Fennel allergy is a lipid-transfer protein (LTP)-related food hypersensitivity associated with peach allergy. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2013; 61(3):740-746.
- 44 Telci I, Demirtas I, Sahin A. Variation in plant properties and essential oil composition of sweet fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) fruits during stages of maturity. *Industrial Crops and Products*. 2009; 30:126-130.
- 45 Reiter M, Brandt W. Relaxant effects on tracheal and ileal smooth muscles of the guinea pig. *Arzneimittel-Forschung*. 1985; 20(6):408-414.

- 46 Directiva 2004/24/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 31 de marzo de 2004 por la que se modifica, en lo que se refiere a los medicamentos tradicionales a base de plantas, la Directiva 2001/83/CE por la que se establece un código comunitario sobre medicamentos para uso humano. DOUE L 136/85 de 30/4/2004. Diario Oficial de la Unión Europea.
- 47 Real Decreto 1345/2007, de 11 de octubre, por el que se regula el procedimiento de autorización, registro y condiciones de dispensación de los medicamentos de uso humano fabricados industrialmente. Boletín Oficial del Estado núm. 267 de 7/11/2007.
- 48 AEMPS-CIMA. Ficha técnica Arkocápsulas Hinojo. [Internet]. Available from http://www.aemps.gob.es/cima/pdfs/es/ft/74026/FT_74026.pdf [Accesed 2015 June 27].
- 49 Real Farmacopea Española. 5ed. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad; 2015.
- 50 EMEA-HMPC. Community herbal monograph on *Foeniculum vulgare* Miller subsp. *vulgare*, var. *dulce* (Miller) Thellung, fructus. [Internet]. Available from http://www.ema.europa.eu/docs/en_GB/document_library/Herbal_-_Community_herbal_monograph/2009/12/WC500018540.pdf [Accesed 2015 June 27].
- 51 EMEA-HMPC. Community herbal monograph on *Foeniculum vulgare* Miller subsp. *vulgare*, var. *vulgare*, fructus. [Internet]. Available from http://www.ema.europa.eu/docs/en_GB/document_library/Herbal_-_Community_herbal_monograph/2009/12/WC500018464.pdf [Accesed 2015 June 27].
- 52 EMEA-HMPC. Community herbal monograph on *Foeniculum vulgare* Miller subsp. *vulgare*, var. *vulgare*, aetheroleum. [Internet]. Available from http://www.ema.europa.eu/docs/en_GB/document_library/Herbal_-_Community_herbal_monograph/2009/12/WC500018480.pdf [Accesed 2015 June 27].
- 53 Giosafatto CVL, Mariniello L, Ring S. Extraction and characterization of *Foeniculum vulgare* pectins and their use for preparing biopolymer films in the presence of phaseolin protein. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2007; 55:1237-1240.
- 54 Expósito-Harris R. Quitosano, un biopolímero con aplicaciones en sistemas de liberación controlada de fármacos [Tesis doctoral]. Madrid: Universidad Complutense de Madrid; 2010.