

EJERCICIOS DE EXTRACCIÓN Y AISLAMIENTO DE PRINCIPIOS ACTIVOS / Encarna Castillo García / M. Eugenia González Rosende

LOW  
COST

books



# EJERCICIOS DE EXTRACCIÓN Y AISLAMIENTO DE PRINCIPIOS ACTIVOS

*Encarna Castillo García*  
*M. Eugenia González Rosende*

SERIE FARMACIA



# EJERCICIOS DE EXTRACCIÓN Y AISLAMIENTO DE PRINCIPIOS ACTIVOS

*Encarna Castillo García  
M. Eugenia González Rosende*



**VALÈNCIA 2024**

## **EJERCICIOS DE EXTRACCIÓN Y AISLAMIENTO DE PRINCIPIOS ACTIVOS**

*Encarna Castillo García / M. Eugenia González Rosende*

Fotografía de cubierta: *VERBENA OFFICINALIS* - Ignacio Fernández Villar

© del texto: las autoras

© de esta edición: PSYLICOM Distribuciones Editoriales  
C/ Espigol, 19.  
46980 - Paterna (Valencia)

**[www.psylicomediciones.com](http://www.psylicomediciones.com) / [www.lowcostbooks.es](http://www.lowcostbooks.es)**

Diseño colección: AG

Imprime: E-Versus

ISBN: 978-84-128597-9-9

DEPÓSITO LEGAL: V-2356-2024

**IMPRESO EN ESPAÑA - *PRINTED IN SPAIN***

Queda prohibida la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento, sin la autorización escrita de los titulares del Copyright, bajo las sanciones establecidas por las leyes.

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, [www.cedro.org](http://www.cedro.org)) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.

# ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN .....	7
1.1- Métodos de extracción.....	7
1.2- Métodos de aislamiento ..	15
2.- COMPUESTOS FENÓLICOS .....	19
2.1. Extracción, aislamiento e identificación .	21
2.2. Cumarinas...	22
2.3. Flavonoides .....	24
2.3.1. Extracción e identificación .....	25
2.3.2. Identificación estructural con UV-visible....	27
2.4. Antocianos ...	32
2.5. Taninos .	34
2.5.1. Taninos hidrolizables...	34
2.5.2. Taninos condensados ..	37
2.6. Antraquinonas....	38
3.- ISOPRENOIDES..	41
3.1. Monoterpenos ...	43
3.2. Triterpenos...	45
3.2.1. Saponósidos ....	45
3.2.2. Heterósidos cardiotónicos .	48
3.3. Tetraterpenos.....	51
4.- ALCALOIDES .....	57

4.1. Introducción .....	57
4.2. Extracción en medio básico...	60
4.3. Extracción en medio ácido ....	61
4.4. Identificación.....	63
4.5. Valoración ....	64
5.- EJERCICIOS.. .....	65

# **1.- INTRODUCCIÓN**

Las plantas, organismos autótrofos, además del metabolismo primario presente en todos los seres vivos, poseen un metabolismo secundario que les permite producir y acumular compuestos de naturaleza química diversa. Estos compuestos derivados del metabolismo secundario, se denominan metabolitos secundarios.

A diferencia de los metabolitos primarios, los metabolitos secundarios no participan directamente en el desarrollo de la planta. Sus funciones son todavía poco conocidas, aunque si se ha establecido que participan en la relación de la planta con los organismos vivos que la rodean. Hasta la fecha, se han identificado más de 100.000 metabolitos secundarios y se calcula que cada planta produce al menos un centenar de diferentes moléculas.

## **1.1- Métodos de extracción**

La extracción de estos metabolitos de las plantas puede realizarse mediante diferentes métodos de extracción (Figura 1).

El método de extracción empleado dependerá de la textura y el contenido acuoso del material vegetal a extraer y del tipo de sustancia que se va a aislar. Los metabolitos secundarios pueden ser volátiles, oleoresinosos, resinosos sólidos, termolábiles, termoestables, lipofílicos e hidrofílicos. Teniendo en cuenta todas estas características se puede seleccionar entre una o más técnicas de extracción. Si la extracción es para comprobar una actividad biológica es preferible hacerla por maceración en frío y en lo posible, las temperaturas de tratamiento no deben sobrepasar los 40 °C para evitar la degradación de metabolitos termolábiles.

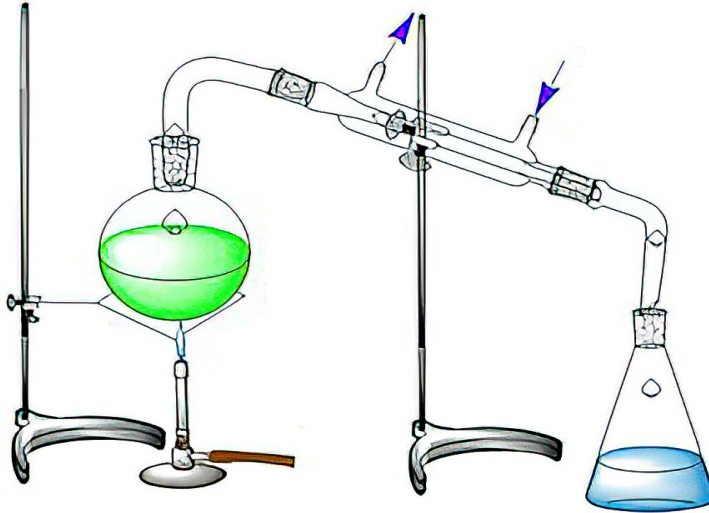


Figura 2.-Hidroddestilación

Destilación: Arrastre con vapor de agua:

La destilación al vapor es uno de los métodos oficiales de obtención de aceites esenciales. A diferencia de la hidroddestilación, esta técnica no pone en contacto directo el agua y el material vegetal a tratar. El vapor de agua pasa a través del material vegetal que se encuentra en el matraz central. Cuando el vapor atraviesa el material, las células estallan y liberan el aceite esencial que se vaporiza con el calor para formar una mezcla de “agua + aceite esencial”. A continuación, la mezcla pasa al condensador y al matraz antes de separarse en una fase acuosa y una fase orgánica (Figura 3).

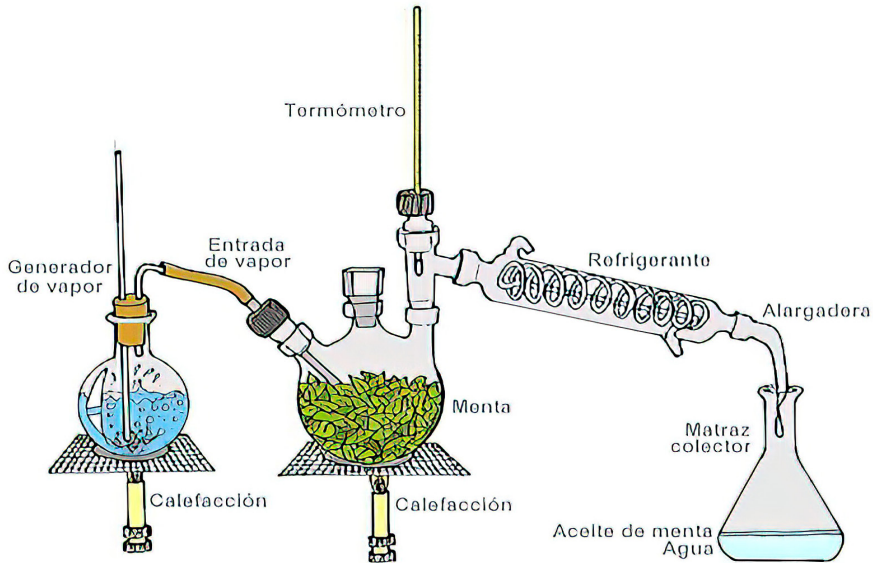


Figura 3.-Destilación por arrastre de vapor

Extracción con disolventes:

Estos métodos se fundamentan en poner en contacto el material vegetal (droga vegetal), con un disolvente que sea capaz de solubilizar los metabolitos secundarios, de manera que, una vez finalizado el proceso de extracción se obtenga un extracto (disolvente con los metabolitos) y un residuo vegetal (marco) (Figura 4)

Droga vegetal + Disolvente

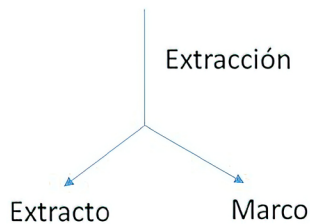


Figura 4.- Esquema de la extracción con disolventes

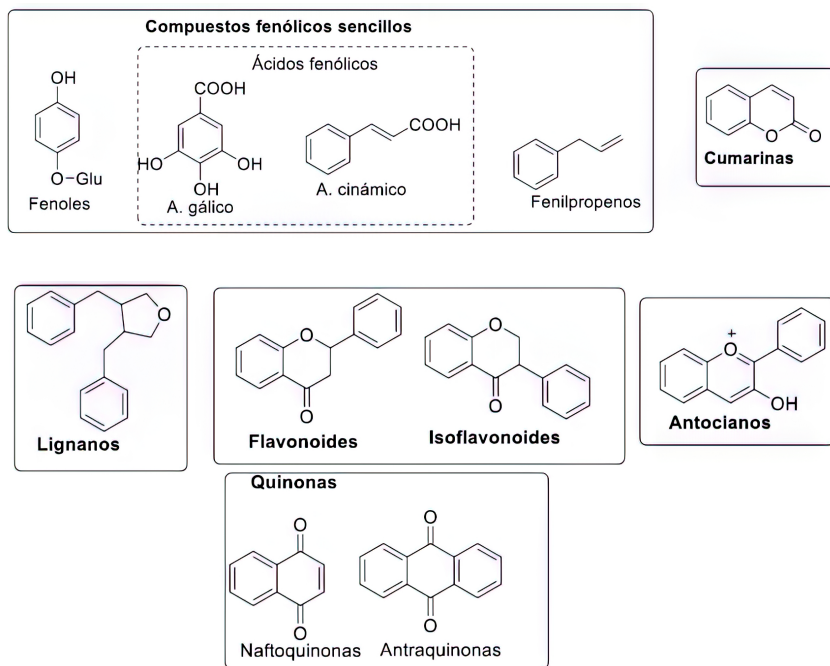


Figura 8.- Clasificación estructural de compuestos fenólicos

La ruta del ácido sikímico es la más importante para originar compuestos fenólicos y la mayoría de los compuestos fenólicos de bajo peso molecular se encuentran en las células vivas combinados con azúcares, generalmente como O-glicósidos. La glicosilación aumenta la solubilidad de la parte no azucarada (genina) en agua, aumentando así su movilidad y facilidad de transporte dentro de la planta. Dentro de las geninas, las más glicosiladas son los flavonoides y las cumarinas. Las chalconas e isoflavonoides están escasamente glicosilados.

El azúcar unido puede ser un monosacárido, disacárido, o menos frecuentemente un polisacárido y estar conformado por unidades de hexosas y de pentosas (Figuras 7 y 9).

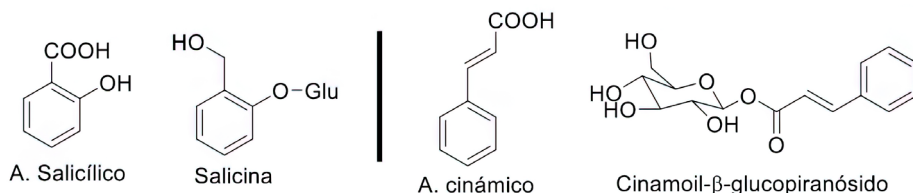


Figura 9.- Ejemplos de compuestos fenólicos

## 2.1. Extracción, aislamiento e identificación

Los compuestos fenólicos constituyen un grupo muy heterogéneo de compuestos, algunos son solubles en agua, como los ácidos carboxílicos y glicósidos y otros son polímeros grandes e insolubles. La gran diversidad de estructuras de los compuestos polifenólicos no permite contemplar un estudio global de los métodos de extracción y de aislamiento.

Básicamente, los métodos de detección, aislamiento e identificación se basan en sus propiedades ácidas y en su polaridad. El fenol tiene carácter ácido débil, por lo que se ioniza con bases fuertes como el hidróxido de sodio, formando una sal soluble en disolución acuosa (Figura 10). Generalmente, la extracción es precedida por el desengrasado del material con un disolvente no polar.

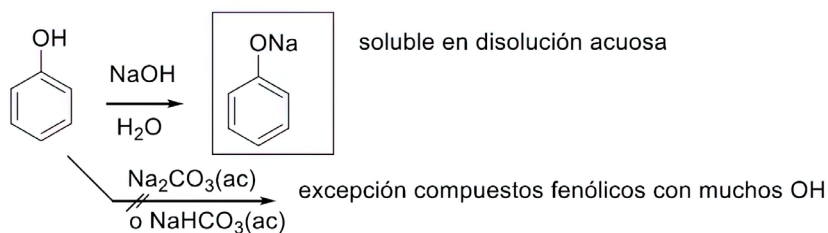


Figura 10.- Acidez de compuestos fenólicos

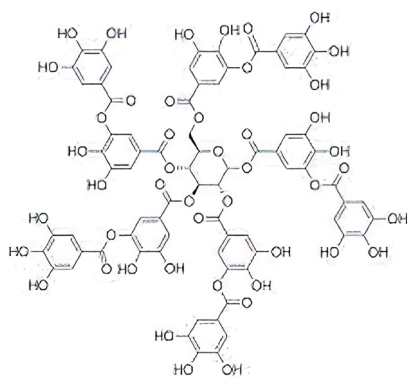
Los compuestos fenólicos se pueden purificar mediante precipitaciones sucesivas o mediante distribución en contracorriente (DCC). Esta última técnica se emplea para purificarlos y separarlos de acuerdo con su acidez, si una de las fases se ajusta a diferentes valores de pH. Además, se usa mucho la cromatografía en columna con gel de sílice, alúmina, celulosa, poliamida y carboximetilcelulosa.

## 2.5. Taninos

Los taninos vegetales son productos naturales de peso molecular relativamente alto, que tienen la capacidad de formar complejos con los carbohidratos y proteínas. Dentro de este contexto, son uno de los productos naturales con mayor uso industrial, específicamente en los procesos de curtido que transforman las pieles en cueros.

Químicamente son sustancias fenólicas complejas. Pueden ser taninos hidrolizables (ésteres de un ácido benzoico con azúcares) o taninos condensados (polímeros de derivados de flavonoides, llamados catequinas) (Figura 22).

Tanino hidrolizable



Tanino condensado

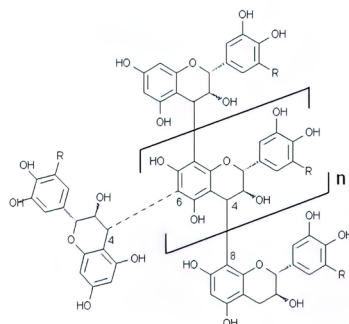


Figura 22.- Estructura de taninos hidrolizables y condensados

### 2.5.1. Taninos hidrolizables

Reciben este nombre ya que son fácilmente hidrolizables por enzimas y/o ácidos. Dentro de los taninos hidrolizables se distinguen los galitaninos, que producen ácido gálico y ácido hexahidroxifenico y los elagitaninos que producen ácido elágico.

## 4.2. Extracción en medio básico

La extracción con disolventes orgánicos apolares en medio básico es un método muy usado. El primer paso consiste en tratar la droga seca y pulverizada con un disolvente orgánico apolar (éter etílico, cloroformo), en medio básico. Generalmente se usa como base el amoniaco, aunque si la estructura del alcaloide posee alguna función lábil se usan bases como carbonatos.

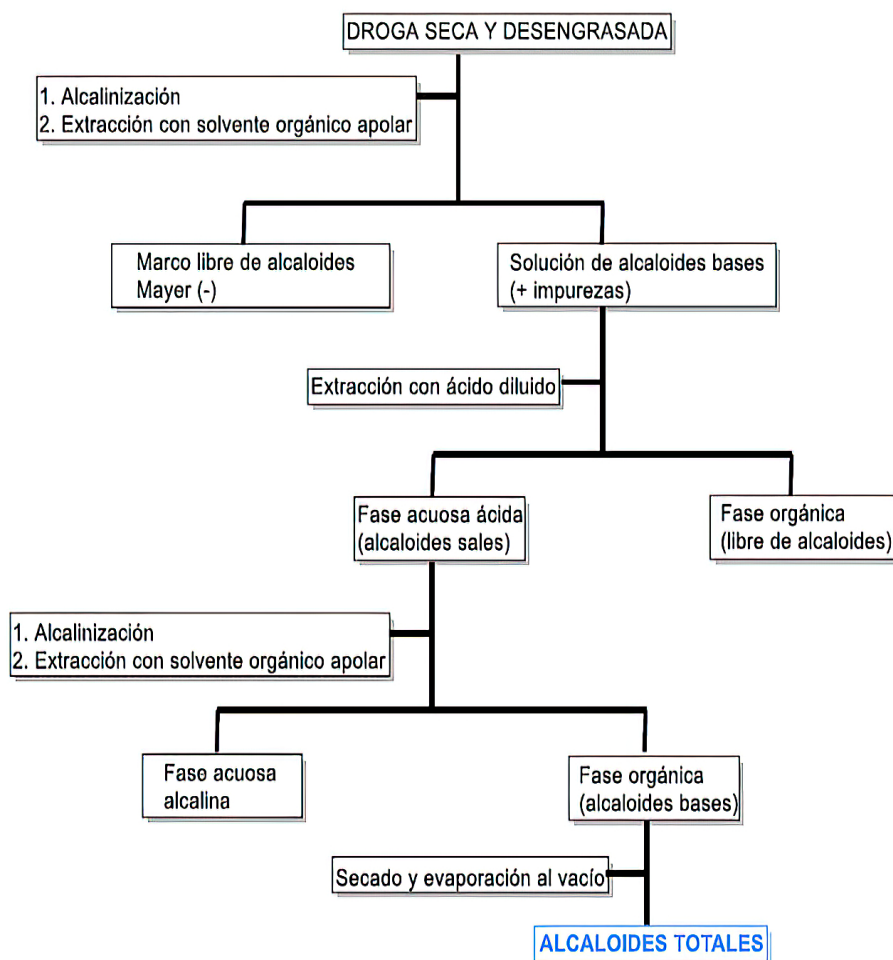
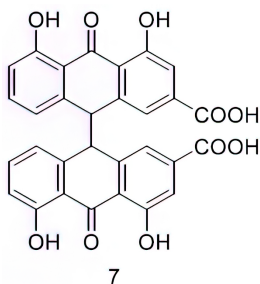
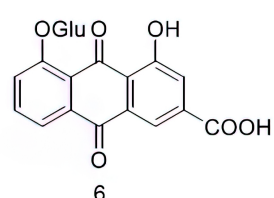
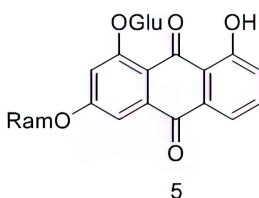
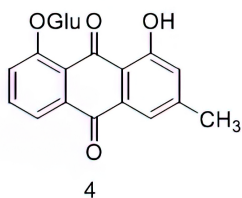
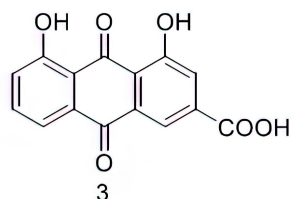
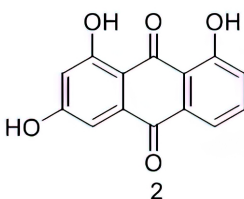
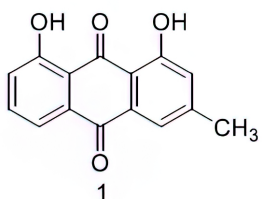


Figura 34.- Extracción de alcaloides en medio alcalino

## 5.- EJERCICIOS

### 1. En relación a los siguientes compuestos:



- Señale a qué grupo fitoquímico pertenecen.
- Proponga una secuencia para la extracción a partir de la droga.
- Señale una posible actividad farmacológica para la droga.
- Indique una droga en la que podríamos encontrar estos compuestos.

8. *Andrographis echiodes* Nees (Acanthaceas) es una hierba ampliamente distribuida en las zonas más secas de la India tropical y Sri Lanka.

El zumo de sus hojas se ha empleado tradicionalmente como un remedio para tratar fiebres. De sus hojas se han aislado los compuestos:

echioidinina (3),

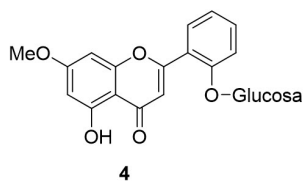
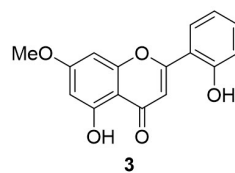
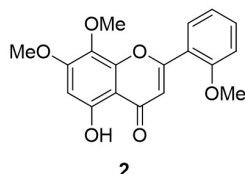
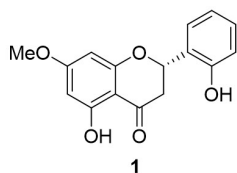
echioidina (4).

También se ha aislado la

dihidroechioidinina (1)

y el compuesto (2).

(*Phytochemistry* 1999, 52, 935-937).

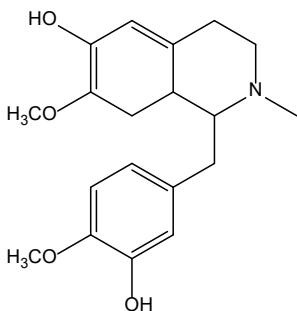


- a. ¿A qué grupo fitoquímico pertenecen estos compuestos? ¿Son metabolitos puros o mixtos? Indique el tipo de esqueleto que presenta cada uno.

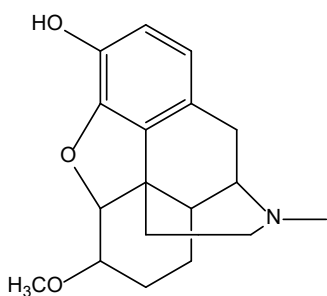
- b. Ordene los compuestos según su polaridad.
- c. Proponga un sistema de extracción de los cuatro compuestos a partir de la droga.
- d. ¿Qué método de purificación emplearía?
- e. Teniendo los siguientes datos espectroscópicos de carbono-13. ¿A cuál de los cuatro compuestos cree que pertenecen?

$^{13}\text{C}$  RMN:  $\delta$  (ppm), 42.5, 56.2, 75.5, 94.5, 95.5, 103.7, 116.3, 120.7, 126.2, 127.2, 130.2, 154.8, 164.4, 165.0, 168.8, 197.7.

27. De las partes aéreas de *Papaver bracteatum* se obtienen entre otros los dos compuestos siguientes:



Reticulina (1)

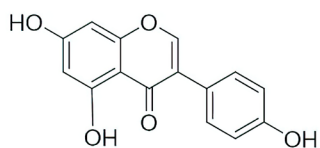


Tebaína (2)

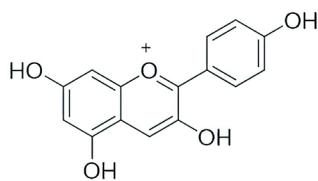


- Indique el grupo fitoquímico de los compuestos **1** y **2** y el precursor biogénico de todos los metabolitos.
- Proponer un esquema de extracción y aislamiento de **1** y **2**.
- Método de valoración de la tebaína.
- ¿Qué principios con actividad farmacológica se pueden obtener por semisíntesis a partir de la tebaína? Indique su actividad terapéutica.

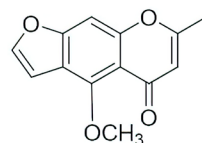
49. Una droga contiene los compuestos que se indican a continuación. Proponga:



1



2



3

- Una secuencia extractiva a partir de la droga.
- Indique para cada compuesto

Compuesto	Grupo fitoquímico	Vía de síntesis	Posible actividad farmacológica
1			
2			
3			

# INFORMACIÓN SOLAPAS

**Eugenia González Rosende**  
**Catedrática de Química Orgánica**  
**Departamento de Farmacia**  
**Universidad Cardenal Herrera - CEU**

**Encarna Castillo García**  
**Profesora Titular de Universidad**  
**Departamento de Farmacia**  
**Universidad Cardenal Herrera - CEU**

Otras obras de las autoras en  
Psylicom Ediciones / Lowcostbooks



**PRÁCTICAS DE FARMACOGNOSIA**  
Encarna Castillo García  
M. Eugenia González Rosende  
1ª edición 2018



**PRÁCTICAS DE FARMACOGNOSIA**  
Encarna Castillo García  
M. Eugenia González Rosende  
2ª edición 2022



**ORGANIC CHEMISTRY / QUÍMICA ORGÁNICA**  
**LABORATORY MANUAL / PRÁCTICAS DE LABORATORIO**  
Bilingue

\*\*\*

M. Eugenia González Rosende  
José Ignacio Bueso Bordils  
Encarna Castillo García



PSYLICOM EDICIONES / LOWCOSTBOOKS

Los metabolitos secundarios son moléculas sintetizadas por determinados vegetales, que, aunque no son imprescindibles para su supervivencia, desempeñan funciones como la protección y defensa propia en el ambiente que los rodea. La amplia variabilidad estructural de estos compuestos y las actividades biológicas que poseen muchos de estos productos naturales siguen despertando el interés de la industria farmacéutica.

El objetivo general de este libro es analizar las técnicas de extracción y caracterización de estos metabolitos secundarios.

