

Departamento de Bioquímica  
Facultad de Ciencias Biológicas  
Universidad de Valencia

“Contribución a la Quimiotaxonomía  
del género Artemisia L.”

Memoria para optar al  
grado de Doctor en Ciencias  
Biológicas presentada por:

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Oscar Barberá Marco', written over a large, stylized circular flourish.

Fdo. Óscar Barberá Marco

UMI Number: U607623

All rights reserved

INFORMATION TO ALL USERS

The quality of this reproduction is dependent upon the quality of the copy submitted.

In the unlikely event that the author did not send a complete manuscript and there are missing pages, these will be noted. Also, if material had to be removed, a note will indicate the deletion.



UMI U607623

Published by ProQuest LLC 2014. Copyright in the Dissertation held by the Author.  
Microform Edition © ProQuest LLC.

All rights reserved. This work is protected against  
unauthorized copying under Title 17, United States Code.



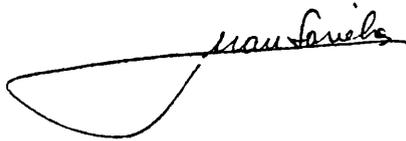
ProQuest LLC  
789 East Eisenhower Parkway  
P.O. Box 1346  
Ann Arbor, MI 48106-1346



Ejemplar revisado por  
los Directores de esta Tesis Doctoral  
Burjassot, 22 de Junio de 1987

Fdo. Juan Sánchez  
Parareda

Fdo. J. Alberto Marco  
Ventura

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Juan Sánchez Parareda', written over a horizontal line.A handwritten signature in black ink, appearing to read 'J. Alberto Marco Ventura', written over a horizontal line.



## **Indice**



INTRODUCCION	I
RESULTADOS	1
<sup>1</sup> H RMN de los compuestos aislados	4
<sup>13</sup> C RMN de los compuestos aislados	10
Espectroscopia Ultravioleta-Visible de los compuestos aislados	12
Espectrometria de Masas de los compuestos aislados	14
Elucidación estructural del diisova- lerato del alcohol sinapilico	15
DISCUSION	17
Sistemática del género <i>Artemisia</i> L.	17
Fitoquímica de género <i>Artemisia</i> L.	22
Monoterpenos de <i>Artemisia</i>	23
Sesquiterpenos de <i>Artemisia</i>	27
Lactonas sesquiterpénicas de <i>Artemisia</i>	27
Lignanos tetrahidrofuránicos de <i>Artemisia</i>	35
Flavonoides de <i>Artemisia</i>	37
Cumarinas de <i>Artemisia</i>	41
Poliacetilenos de <i>Artemisia</i>	44
EXPERIMENTAL	48
Extracción de <i>A. incanescens</i>	48
Extracción de <i>A. assoana</i>	49
Aislamiento e identificación de los componentes de <i>A. incanescens</i>	49
Aislamiento e identificación de los componentes de <i>A. assoana</i>	57
CONCLUSIONES	67
BIBLIOGRAFIA	69
AGRADECIMIENTOS	131

Datos de difracción de Rayos X de la 1,10 $\beta$ -epoxiachillina	Apéndice 1
Lista de especies del género <i>Artemisia</i> incluidas en esta Tesis	Apéndice 2
Lactonas sesquiterpénicas aisladas de <i>Artemisia</i> : estructuras y lista al- fabética de nombres comunes	Apéndice 3
Flavonoides aislados de <i>Artemisia</i> : estructuras y lista alfabética de nombres comunes	Apéndice 4
Cumarinas aisladas de <i>Artemisia</i> : estructuras y lista alfabética de nombres comunes	Apéndice 5
Clave explicativa de las técnicas utilizadas de separación cromatográfica	Apéndice 6
Espectros de $^1\text{H}$ y $^{13}\text{C}$ RMN de algunos compuestos seleccionados	Apéndice 7

## **Introducción**



La gran diversidad de compuestos secundarios existentes en las plantas se interpreta como una expresión típica de la vida vegetal, que representa una importante estrategia de supervivencia. Debido a la toxicidad para la misma planta producida por la acumulación de estos metabolitos, se precisan áreas especiales de deposición, lo que hace requeribles medios de transporte activo contra el gradiente de concentración para que pueda producirse este almacenamiento. Como estos requisitos, y también las vías metabólicas, están más o menos fijadas genéticamente, las diferentes tendencias de acumulación y distribución de metabolitos secundarios pueden utilizarse como criterios quimiotaxonómicos.

Los datos fitoquímicos, además de las contribuciones orientadas a la sistemática y a la ecología, pueden tener un valor eminentemente práctico: el conocimiento de las pautas biogenéticas específicas de un taxon puede utilizarse para la predicción de la aparición de diversas clases de sustancias, incluso en especies que no han sido aún investigadas. Esto puede jugar un papel muy importante en la búsqueda de compuestos farmacológicamente activos. Todo ello hace de la fitoquímica una disciplina fundamentalmente biológica (Greger, 1985). La fitoquímica moderna está más o menos íntimamente ligada a la taxonomía de plantas. En el pasado, el principal estímulo de los químicos a la hora de investigar una planta era el de su utilidad para el hombre. Hoy en día, la curiosidad concerniente al curso evolutivo y el deseo de ayudar a los taxónomos en su empeño de llegar a clasificaciones de plantas realmente naturales, son razones adicionales para comenzar la investigación química de plantas.

En la mayoría de los casos, las clasificaciones han sido establecidas sin la ayuda del adecuado registro fósil, y por tanto su filogenia se ha reconstruido mediante la comparación de caracteres de plantas actuales (Chaloner y Allen, 1970). Esto dificulta enormemente la tarea de los taxónomos, ya que existen convergencias y divergencias de caracteres relativamente rápidas, lo que inevitablemente lleva a que todos los sistemas de clasificación existentes sean imperfectos. En algunos casos pueden ser muy útiles los caracteres químicos. El uso de estos caracteres requiere un conocimiento bastante completo de la química, biología y distribución de los productos naturales por parte del taxónomo, y de las prácticas y problemas biológicos por parte del químico. En ocasión del 25 aniversario de la revista *Phytochemistry*, R. Hegnauer, Profesor de Taxonomía Experimental de plantas de la Universidad de Leiden, Holanda, realizó una revisión de todos estos conceptos, y marcó cinco puntos generales de gran importancia:

1.- La mayoría de los fitocomponentes varían en su distribución dentro de una misma planta y por tanto es preciso un profundo conocimiento de la variación química. En esta variación existe un componente geográfico y otro ecológico, y ambos pueden ser el resultado de la plasticidad de los genotipos individuales o de una heterogeneidad genética de los táxones.

2.- Las analogías y homologías de los caracteres químicos sólo pueden reconocerse si se posee la suficiente información biogénica o hipótesis plausibles acerca de ésta.

3.- Frecuentemente, incluso caracteres homólogos no pueden usarse como indicadores

de relaciones filogenéticas, debido a que la convergencia metabólica es un hecho muy común. Los errores de juicio por este concepto sólo son evitables con un cuidadoso examen y comparación de muchos tipos de caracteres.

4.- Muchos metabolitos secundarios juegan papeles ecológicos diversos. La quimiotaxonomía no puede omitir este aspecto de los productos naturales, ya que cuanto menos se desvía un metabolito secundario de ser esencial, tanto más importante es su papel ecológico y, por ello, tanto más probable su aparición en táxones no relacionados.

5.- La mayoría de productos naturales tienen un gran número de apariciones en táxones no esperados, a menudo a nivel de trazas. Hay muchas razones para calificar el almacenamiento de un metabolito dado como taxonómicamente más importante que el hecho de su síntesis. El almacenamiento es un proceso mucho más complejo por requerir la prevención del autoenvenenamiento o la autoinhibición de la misma planta. El almacenamiento hace que los caracteres químicos sean aplicables a problemas taxonómicos, y proporciona sentido biológico a la gran cantidad de compuestos individuales existentes (Hegnauer, 1986).

A menudo los fitoquímicos buscan nuevas fuentes de compuestos o clases de constituyentes químicos importantes (alcaloides, taninos, etc.). Esta búsqueda es generalmente más sencilla y provechosa si se utilizan clasificaciones naturales apoyadas en evidencias fitoquímicas, y de ello hay numerosos ejemplos (Balandrin et al, 1985). Lo mismo ocurre en el caso de prevención y tratamiento por envenenamiento de animales y hombre debido a

plantas. Si el envenenamiento es causado por una especie relacionada a otra cuya composición química conocemos, se puede sospechar el metabolito causante y actuar en consecuencia con la mayor rapidez posible.

La quimiotaxonomía tiene, por tanto, mucho que ofrecer a los fitoquímicos, farmacéuticos, agrónomos, taxonomistas e incluso médicos.

Todos estos temas han sido objeto de amplios tratamientos (Hegnauer, 1962-1973; Harborne, 1968; Smith, 1976; Harborne y Turner, 1984) desde el libro de Tony Swain, "Chemical Plant Taxonomy" (Swain, 1963), que fue el primero dedicado a esta joven disciplina. Los grandes avances tecnológicos en separación e identificación de metabolitos secundarios (Harborne, 1984; Hostettmann, 1985) han proporcionado varios miles de estructuras en los últimos años, lo que permite un uso cada vez mayor de la fitoquímica comparativa, la cual precisa una base de datos lo más amplia posible. Todos estos hechos son los que han estimulado al grupo de trabajo en el que me incluyo a realizar la presente investigación sobre la fitoquímica del género *Artemisia*.

Para llevar a cabo este trabajo hemos elegido las especies *Artemisia incanescens* Jordan y *Artemisia assoana* Willk. (Willkomm y Lange, 1870; Del Amo, 1872), además de realizar una revisión de la química del género a nivel mundial.

## **Resultados**



Las partes aéreas de la especie *Artemisia incanescens* han proporcionado un total de veintidós metabolitos secundarios distintos, todos ellos de carácter fenólico, mientras que de las raíces se han aislado escopoletina, isofraxidina, presentes también en las partes aéreas, y alcohol coniferílico (figura 1).

De la segunda especie investigada, *Artemisia assoana*, se obtuvieron dieciseis compuestos fenólicos de sus partes aéreas, juntamente con dos lactonas sesquiterpénicas, y de las raíces, seis compuestos acetilénicos, una mezcla de *p*-cumaratos de alcoholes grasos y un metabolito nuevo de tipo fenilpropanoide, el diisovalerato del alcohol sinapílico (figura 2).

Todos estos compuestos han sido identificados mediante sus propiedades físicas y espectroscópicas, así como con patrones auténticos en los casos en que ha sido posible. Entre los métodos espectroscópicos, el de Resonancia Magnética Nuclear ha sido para nosotros el más resolutivo en la mayoría de los casos. La Resonancia Magnética Nuclear de  $^1\text{H}$  ( $^1\text{H}$  RMN) proporciona, esencialmente, un medio de determinar la estructura de un compuesto orgánico midiendo los momentos magnéticos de sus átomos de hidrógeno. En la mayoría de los compuestos, los átomos de hidrógeno están enlazados a grupos diferentes, y el espectro de  $^1\text{H}$  RMN proporciona una visión del número de átomos de hidrógeno en cada uno de esos diferentes entornos. El espectro de  $^1\text{H}$  RMN puede llegar a ser bastante complejo, ya que por las interacciones entre hidrógenos próximos, los picos únicos debidos a un hidrógeno se desdoblan, lo que hace que la interpretación del espectro no sea sencilla en ocasiones.

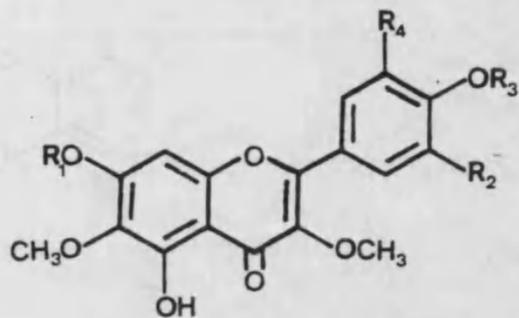
Además, esta técnica no puede dar ninguna información directa acerca de la naturaleza del esqueleto carbonado de la molécula; esta clase de información sólo se obtiene por Resonancia Magnética Nuclear de  $^{13}\text{C}$  ( $^{13}\text{C}$  RMN), un isótopo del carbono con una abundancia natural del 1,1%. Esta baja presencia de  $^{13}\text{C}$ , junto con su momento magnético pequeño comparado con el de  $^1\text{H}$ , hace que las señales sean mucho más débiles. Por ello solo ha sido posible utilizar esta técnica con el advenimiento de aparatos de RMN con el sistema de pulsos.

El rango de las resonancias de  $^{13}\text{C}$  comprende normalmente el intervalo entre 0-220 ppm ( $\delta$ ) a campo más bajo que el tetrametilsilano (TMS), y es, por tanto, mucho más amplio que el de  $^1\text{H}$  (0-10 ppm). Esto implica una mayor resolución, por lo cual cada carbono de la molécula se puede visualizar, en la mayoría de los casos, como una señal única.

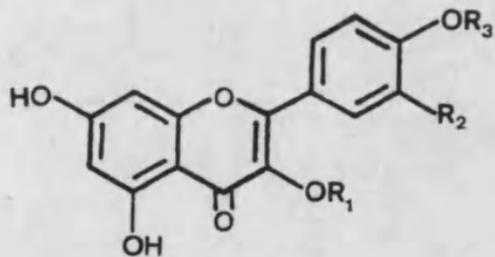
Esta técnica de la Resonancia Magnética Nuclear, juntamente con las diversas variantes que se conocen (resonancia múltiple, RMN bidimensional, etc.), hacen de ella un medio imprescindible para la elucidación de estructuras orgánicas.

La Espectroscopia de Absorción Visible y Ultravioleta es especialmente válida para el estudio de pigmentos como es el caso de los flavonoides. La utilidad de estos métodos espectroscópicos puede ser aumentada realizando los espectros en distintas condiciones: neutras, en un rango de pH diferente o en presencia de determinadas sales inorgánicas. Todo este tema ha sido muy investigado, en especial el concerniente a flavonoides, por el Profesor T.J. Mabry y colaboradores (Mabry et al, 1970; Markham, 1982).

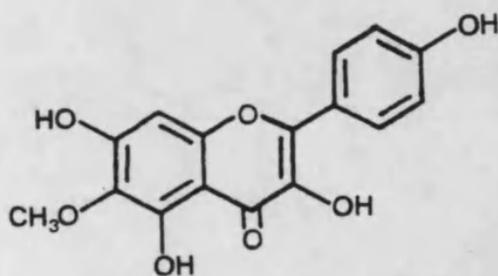
METABOLITOS SECUNDARIOS AISLADOS DE *Artemisia incanescens*



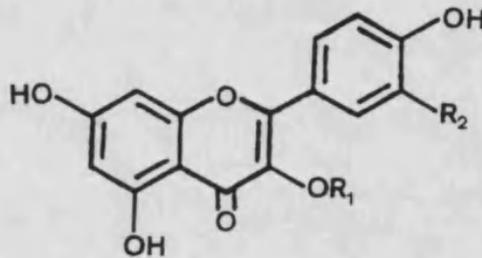
- I Santina  $R_1=R_2=R_4=H; R_3=Me$   
 II Casticina  $R_1=R_3=Me; R_2=OH; R_4=H$   
 III Penduletina  $R_1=Me; R_2=R_3=R_4=H$   
 IV Centaureidina  $R_1=R_4=H; R_2=OH; R_3=Me$   
 V Axillarina  $R_1=R_3=R_4=H; R_2=OH$



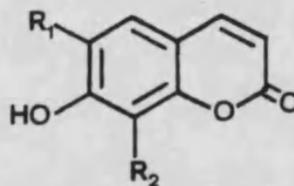
- VI Kaempferol  $R_1=R_2=R_3=H$   
 VII Quercetina  $R_1=R_3=H; R_2=OH$   
 VIII Quercetina 3,4'-dimetiléter  $R_1=R_3=Me; R_2=OH$   
 IX Quercetina 3-metiléter  $R_1=Me; R_2=OH; R_3=H$   
 X Isoramnetina  $R_1=R_3=H; R_2=OMe$



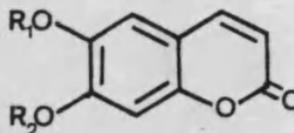
XI 6-Metoxikaempferol



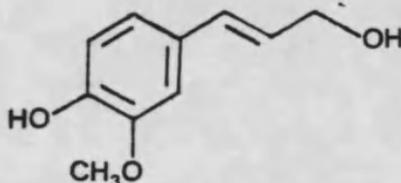
- XII Kaempferol 3-O-glucósido  $R_1=glucosa; R_2=H$   
 XIII Kaempferol 3-O-rutinósido  $R_1=rutinosa; R_2=H$   
 XIV Isoquercitrina  $R_1=glucosa; R_2=OH$   
 XV Hiperina  $R_1=galactosa; R_2=OH$   
 XVI Rutina  $R_1=rutinosa; R_2=OH$   
 XVII Isoramnetina 3-O-glucósido  $R_1=glucosa; R_2=OMe$



- XVIII Escopoletina  $R_1=OMe; R_2=H$   
 XIX Umbeliferona  $R_1=R_2=H$   
 XX Isofraxidina  $R_1=R_2=OMe$



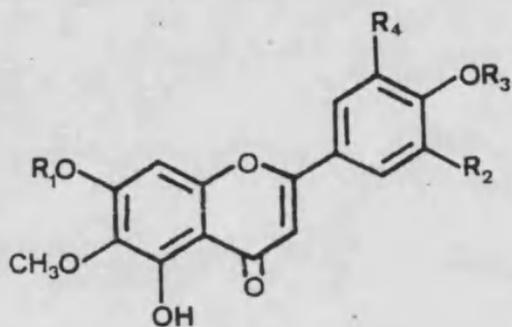
- XXI Escopolina  $R_1=Me; R_2=glucosa$   
 XXII Esculina  $R_1=glucosa; R_2=H$



XXIII Alcohol coniferílico

FIGURA 1

METABOLITOS SECUNDARIOS AISLADOS DE Artemisia assoana



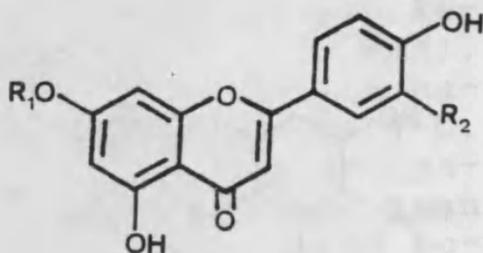
XXIV Salvigenina  $R_1=R_3=Me; R_2=R_4=H$

XXV Jaceosidina  $R_1=R_3=R_4=H; R_2=OMe$

XXVI Cirsilineol  $R_1=Me; R_2=OMe; R_3=R_4=H$

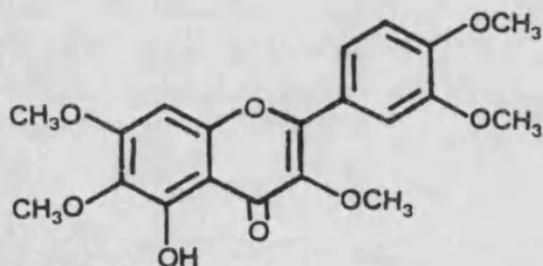
XXVII 4'-Metilcirsilineol  $R_1=R_3=Me; R_2=OMe; R_4=H$

XXVIII 6-Metoxitricina  $R_1=R_3=H; R_2=R_4=OMe$

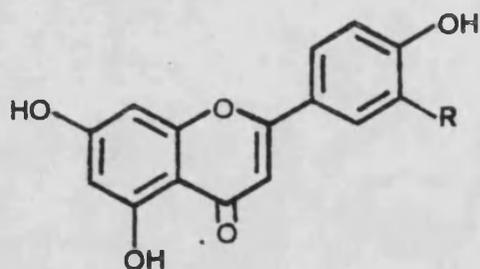


XXXIII Apigenina 7-O-rutinósido  
 $R_1=rutinosa; R_2=H$

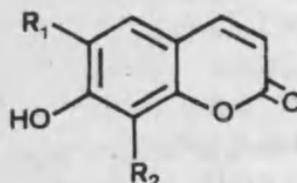
XXXIV Luteolina 7-O-glucósido  
 $R_1=glucosa; R_2=OH$



XXIX Artemetina



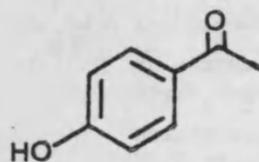
XXX Apigenina  $R=H$   
XXXI Luteolina  $R=OH$   
XXXII Crisoeriol  $R=OMe$



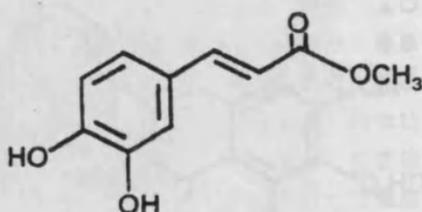
XVIII Escopoletina  $R_1=OMe; R_2=H$

XIX Umbeliferona  $R_1=R_2=H$

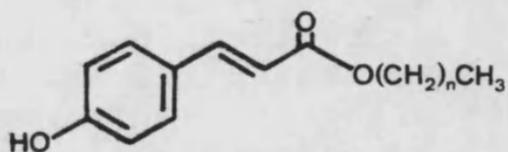
XX Isofraxidina  $R_1=R_2=OMe$



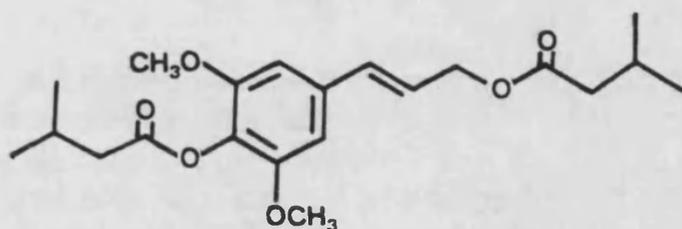
XXXV p-Hidroxiacetofenona



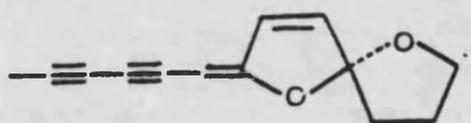
XXXVI Cafeato de metilo



XXXVII Esteres p-cumáricos  
(n= 19,21,23,25 y 27)

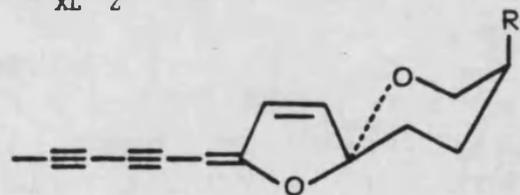


XXXVIII Diisovalerato del alcohol sinapílico



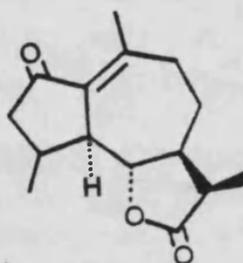
Espirocetales C<sub>13</sub>

XXXIX E  
XL Z

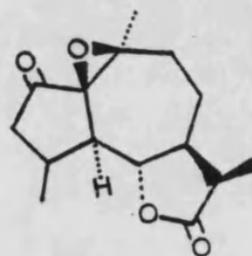


Espirocetales C<sub>14</sub>

XL I R=H (E)  
XL II R=OAc (E)  
XL III R=OAc (Z)  
XL IV R=OCO<sub>i</sub>Bu (E)



XLV Achillina



XLVI 1,10β-Epoxiachillina

FIGURA 2

La Espectroscopia Infrarroja es el método más sencillo para asignar un compuesto a su clase, ya que la mayoría de grupos funcionales pueden ser identificados por sus frecuencias de vibración características. Además de esto, se usa esta técnica muy a menudo como "huella dactilar" para comparar un producto natural con un patrón de éste, dada la complejidad característica del espectro de infrarrojo.

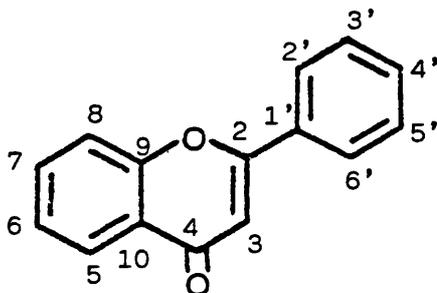
La Espectrometría de Masas, técnica introducida hace unos 25-30 años, ha proporcionado al fitoquímico un medio muy importante de trabajo en la identificación de moléculas orgánicas, ya que requiere cantidades del orden de microgramos y da un peso molecular exacto y un patrón de fragmentación complejo, a menudo característico, del compuesto investigado. Esta técnica funciona con éxito con prácticamente todos los fitocomponentes de peso molecular bajo y medio que exhiban una mínima volatilidad. Se han desarrollado nuevas técnicas capaces de analizar compuestos orgánicos no volátiles o frágiles, como la desorción de campo (FD-MS) (Biswas et al, 1978), el bombardeo con átomos pesados (FAB-MS) (De Koster et al, 1985; Domon y Hostettmann, 1985) o la desorción por láser (LD-MS) (Barberá et al, 1986), con lo que se cubre la totalidad de los metabolitos secundarios con esta técnica.

El uso de la Difracción de Rayos-X es mucho más accesible hoy en día gracias a los avances informáticos, y está cerca de convertirse en otro método más de la rutina de laboratorio de un fitoquímico. Su campo de aplicación es un poco más restringido que el de las otras técnicas reseñadas anteriormente, ya que hay que obtener una cantidad de producto mayor, y además en una forma crista-

lina adecuada. Es una técnica especialmente útil, pues proporciona tanto la estructura como la esteoquímica en una única experiencia.

#### <sup>1</sup>H RMN de los compuestos aislados

En la tabla 1 están reflejados los valores de desplazamiento químico (en unidades  $\delta$ ) de los hidrógenos de los flavonoides aislados de las dos especies de *Artemisia*. Se observa que las distintas clases de flavonoides (flavonas, flavonoles, 3-metoxiflavonas, 6-metoxiflavonas y 3,6-dimetoxiflavonas) se distinguen claramente unas de otras por su <sup>1</sup>H RMN, y que se puede obtener información abundante sobre el modelo de sustitución en el núcleo flavonoide (figura 3). Así tenemos que en compuestos con el anillo B p-disustituido, como es el caso del kaempferol, aparecen dos dobletes debidos a dos hidrógenos cada uno (3'/5' y 2'/6'). Si el anillo B es trisustituido (quercetina), H-5' siempre aparece como un doblete con una constante de acoplamiento (J) de 8-9 Hz, resultante de su relación orto con H6'.



**FIGURA 3**

TABLA 1. <sup>1</sup>H RMN de los flavonoides aislados(\*)

COMPUESTO	H-3	H-6	H-8	H-2'	H-3'	H-5'	H-6'	-OMe
Salvigenina	6.91#s		6.94#s	8.06 d (9.0)	7.11 d (9.0)	7.11 d (9.0)	8.06 d (9.0)	3.92 s 3.85 s 3.73 s
Salvigenina (CDCl <sub>3</sub> )	6.57#s		6.52#s	7.83 d (8.8)	7.00 d (8.8)	7.00 d (8.8)	7.83 d (8.8)	3.95 s 3.90 s 3.87 s
Jaceosidina	6.86 s		6.60 s	7.60-7.50 m Parte AB de un sistema ABX		6.92 d (9.0)	7.50-7.60 m Parte AB de un sistema ABX	3.88 s 3.75 s
Cirsilineol	6.92#s		6.93#s	7.65-7.55 m Parte AB de un sistema ABX		6.93 d (9.0)	7.65-7.55 m Parte AB de un sistema ABX	3.91 s 3.89 s 3.72 s
4'-O-metil- cirsilineol	7.02 s		6.96 s	7.59 d (2.2)		7.13 d (8.6)	7.71 dd (8.6;2.2)	3.93 s 3.88 s 3.85 s 3.73 s
4'-O-metil- cirsilineol (CDCl <sub>3</sub> )	6.55#s		6.51#s	7.29 d (2.1)		6.94 d (8.5)	7.48 dd (8.5;2.1)	3.95 s 3.94 s 3.93 s 3.90 s

COMPUESTO	H-3	H-6	H-8	H-2'	H-3'	H-5'	H-6'	-OMe
6-Metoxi- tricina	6.94 s		6.64 s	7.30 s			7.30 s	3.87 s(x2) 3.74 s
Apigenina	6.73 s	6.17 d (2.0)	6.43 d (2.0)	7.88 d (8.8)	6.90 d (8.8)	6.90 d (8.8)	7.88 d (8.8)	
Luteolina	6.64 s	6.17 d (2.0)	6.43 d (2.0)	7.38 d (2.3)		6.88 d (9.0)	7.40 dd (9.0;2.3)	
Crisoeriol	6.86 s	6.17 d (2.0)	6.48 d (2.0)	7.60-7.50 m Parte AB de un sistema ABX		6.92 d (8.9)	7.60-7.50 m Parte AB de un sistema ABX	3.88 s
Artemetina			6.83 s	7.63 d (2.1)		7.11 d (8.5)	7.68 dd (8.5;2.1)	3.91 s 3.85 s(x2) 3.81 s 3.73 s
Artemetina (CDCl <sub>3</sub> )			6.47 s	7.65 d (2.1)		6.96 d (8.5)	7.69 dd (8.5;2.1)	3.97 s(x2) 3.95 s 3.91 s 3.86 s
Santina			6.58 s	7.98 d (8.9)	7.10 d (8.9)	7.10 d (8.9)	7.98 d (8.9)	3.83 s 3.76 s 3.73 s
Santina (CDCl <sub>3</sub> )			6.55 s	8.06 d (9.1)	7.02 d (9.1)	7.02 d (9.1)	8.06 d (9.1)	4.04 s 3.89 s 3.84 s

COMPUESTO	H-3	H-6	H-8	H-2'	H-3'	H-5'	H-6'	-OMe
Casticina			6.88 s	7.60-7.50 m		7.10 d	7.60-7.50 m	3.91 s
				Parte AB de		(9.3)	Parte AB de	3.85 s
				un sistema			un sistema	3.79 s
				ABX			ABX	3.72 s
Casticina (CDCl <sub>3</sub> )			6.51 s	7.70-7.60 m		6.97 d	7.70-7.60 m	3.99 s
				Parte AB de		(8.6)	Parte AB de	3.96 s
				un sistema			un sistema	3.92 s
				ABX			ABX	3.87 s
Penduletina			6.89 s	7.97 d	6.95 d	6.95 d	7.97 d	3.90 s
				(8.9)	(8.9)	(8.9)	(8.9)	3.78 s
								3.72 s
								3.96 s
Penduletina (CDCl <sub>3</sub> )			6.51 s	8.04 d	6.97 d	6.97 d	8.04 d	3.96 s
				(8.9)	(8.9)	(8.9)	(8.9)	3.92 s
								3.86 s
								3.84 s
Centaureidina			6.50 s	7.60-7.50 m		7.08 d	7.60-7.50 m	3.84 s
				Parte AB de		(9.3)	Parte AB de	3.76 s
				un sistema			un sistema	3.72 s
				ABX			ABX	
Centaureidina (CDCl <sub>3</sub> )			6.55 s	7.70-7.60 m		6.97 d	7.70-7.60 m	4.04 s
				Parte AB de		(9.2)	Parte AB de	3.99 s
				un sistema			un sistema	3.86 s
				ABX			ABX	
Axillarina			6.48 s	7.51 d		6.90 d	7.41 dd	3.78 s
				(2.2)		(8.5)	(8.5;2.2)	3.76 s

COMPUESTO	H-3	H-6	H-8	H-2'	H-3'	H-5'	H-6'	-OMe
6-Metoxi- kaempferol			6.31 s	7.99 d (8.7)	6.90 d (8.7)	6.90 d (8.7)	7.99 d (8.7)	3.70 s
Quercetina 3,4'- dimetiléter	6.17 d (1.9)	6.38 d (1.9)	7.60-7.50 m Parte AB de un sistema ABX			7.08 d (9.1)	7.60-7.50 m Parte AB de un sistema ABX	3.86 s 3.79 s
Quercetina 3- metiléter	6.17 d (1.9)	6.38 d (1.9)	7.52 d (2.2)			6.90 d (8.5)	7.42 dd (8.5;2.2)	3.78 s
Quercetina	6.18 d (1.9)	6.41 d (1.9)	7.67 d (2.1)			6.88 d (8.5)	7.54 dd (8.5;2.1)	
Kaempferol	6.21 d (2.1)	6.44 d (2.1)	8.04 d (8.9)		6.95 d (8.9)	6.95 d (8.9)	8.04 d (8.9)	
Isoramnetina	6.21 d (2.1)	6.47 d (2.1)	7.77 d (2.1)			6.96 d (8.5)	7.69 dd (8.5;2.1)	3.87 s

(\*)A 200.13 MHz en DMSO-d<sub>6</sub>, si no se indica otro solvente (temperatura ambiente). Los valores de  $\delta$  están seguidos de la multiplicidad y debajo, entre paréntesis, las constantes de acoplamiento (J) en Hz. Todos los compuestos reseñados en la tabla presentan un singulete ancho entre 12.5 y 13.0 ppm, correspondiente al 5-OH.

‡ Las asignaciones que llevan el mismo superíndice pueden ser intercambiables en el correspondiente espectro.

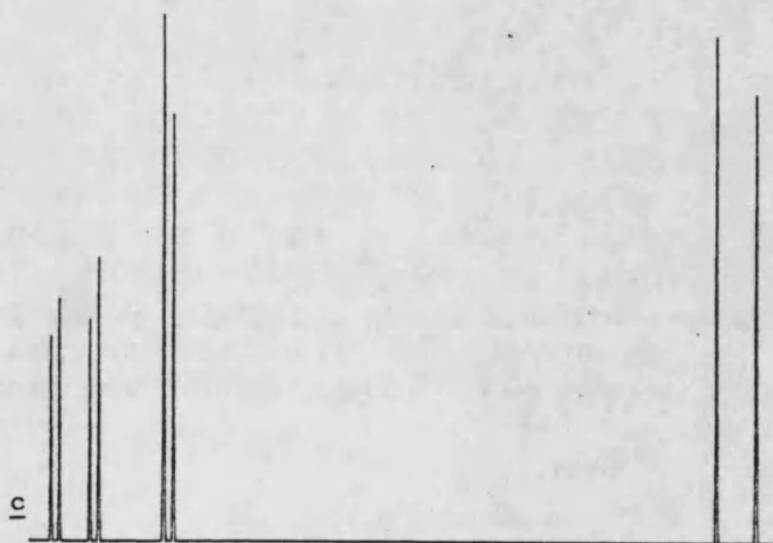
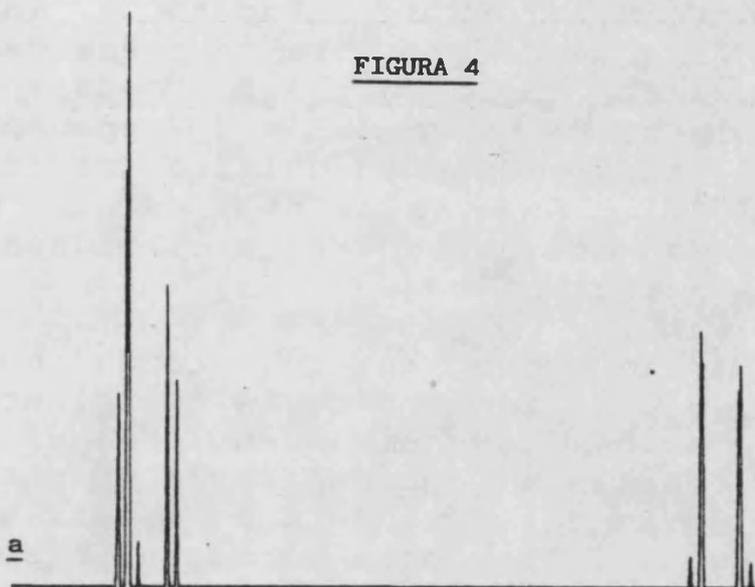
Del estudio de los protones H2' y H6' se pueden sacar algunas conclusiones útiles para la elucidación de la sustitución en los casos de trisustitución en el anillo B. Si las flavonas poseen una función hidroxilo en 4' y metoxilo en 3', el desplazamiento químico de los hidrógenos H2' y H6' es muy similar y aparecen como la parte AB no resuelta de un sistema ABX (figura 4a). Lo mismo ocurre para las 3-metoxiflavonas con la disposición inversa a la anterior, es decir 3'-OH y 4'-OMe. En el resto de casos, con dos excepciones, aparece la señal doblete correspondiente a H6' a campo más bajo que el doblete de H2' (figura 4b); las dos excepciones son las de las flavonas con sustituyentes idénticos en ambas posiciones (3',4'-diOH u OMe), que invierten el orden de los hidrógenos en cuestión (figura 4c).

En el caso de la 6-metoxitricina se simplifica esta parte del espectro, ya que la tetrasustitución simétrica de este compuesto hace que los hidrógenos H2' y H6' sean equivalentes y aparezcan como un singulete, señal única para el anillo B en este caso.

Las señales correspondientes a los hidrógenos del anillo C son las de interpretación más sencilla, ya que sólo en el caso de flavonas aparece un singulete debido al hidrógeno H3.

Respecto al anillo A nos encontramos con dos situaciones claramente diferenciables: la presencia de un único hidrógeno unido al anillo (H8), o de dos (H6 y H8) con su acoplamiento *meta* característico ( $J \approx 2$  Hz). Es de importancia el efecto que produce la metilación del hidroxilo en C7 sobre el hidrógeno en la posición C8, ya que esto puede permitir predecir qué sustituyente, hi-

FIGURA 4



droxilo o metoxilo, está unido a C7. Estudiando los valores de la tabla se puede deducir que este efecto de metilación desapantalla al hidrógeno H8 entre 0.3 y 0.4 ppm, produciendo un desplazamiento químico medio de éste de  $\approx 6.9 \delta$ . Este valor de  $\delta$  es de  $\approx 6.5$  en los casos en que se encuentra el hidroxilo libre en la posición 7.

Cabe reseñar también que todas estas correlaciones prácticas para la elucidación de estructuras de flavonoides con  $^1\text{H}$  RMN, son mucho más fiables si los espectros se realizan en solución de hexadeuterio-dimetilsulfóxido ( $\text{DMSO-d}_6$ ). Por otra parte, el  $\text{DMSO-d}_6$  es un solvente capaz de solubilizar prácticamente todos los flavonoides, propiedad importante que no cumplen muchos otros solventes como el deuterocloroformo ( $\text{CDCl}_3$ ), deuterioacetona ( $(\text{CD}_3)_2\text{OD}$ ), etc. que requieren, en ocasiones, una previa transformación en derivados solubles (trimetilsililación, p.ej.). Su principal inconveniente era el de su punto de ebullición excesivamente alto, lo que dificultaba la recuperación de la muestra. Esto ha sido solucionado con el uso de la filtración a través de gel de Sephadex LH-20 (Harborne et al, 1975). Desgraciadamente, existe poca información bibliográfica sobre  $^1\text{H}$  RMN de flavonoides en este solvente (Batterham y Highet, 1963; Hillis y Horn, 1964).

La tabla 2 presenta los valores de los espectros de  $^1\text{H}$  RMN de los glicósidos de flavonoide aislados de ambas plantas. Las O-glicosilflavonas de *Artemisia assoana* poseen el enlace glicosídico en la posición 7, lo que desapantalla los hidrógenos H6 y H8 unas 0.3 ppm, hecho que se comprueba al comparar sus desplazamientos químicos con los de los hidrógenos correspondientes de apigenina

TABLA 2. <sup>1</sup>H RMN de los glicósidos de flavonoide(\*)

COMPUESTO	H-3	H-6	H-8	H-2'	H-3'	H-5'	H-6'	H-1''	H-1'''	Me (ramnosa)	-OMe
Luteolina 7- O-glucósido	6.73 s	6.43 d (2.1)	6.76 d (2.1)	7.41 d (2.3)		6.89 d (8.1)	7.44 dd (8.1;2.3)	5.07 d (7.3)			
Apigenina 7- O-rutinósido	6.83 s	6.43 d (2.0)	6.76 d (2.0)	7.93 d (8.6)	6.93 d (8.6)	6.93 d (8.6)	7.93 d (8.6)	5.05 d (6.9)	4.62 d (1.2)	1.06 d (6.3)	
Kaempferol 3- O-glucósido		6.20 d (2.0)	6.43 d (2.0)	8.04 d (8.2)	6.87 d (8.2)	6.87 d (8.2)	8.04 d (8.2)	5.45 d (7.0)			
Kaempferol 3- O-rutinósido		6.17 d (2.1)	6.38 d (2.1)	7.97 d (8.8)	6.87 d (8.8)	6.87 d (8.8)	7.97 d (8.8)	5.29 d (7.2)	4.37 d (1.3)	0.98 d (6.2)	
Isoquercitrina		6.18 d (1.9)	6.39 d (1.9)	7.52 d (2.2)		6.81 d (8.5)	7.57 dd (8.5;2.2)	5.46 d (6.1)			
Hiperina		6.18 d (1.9)	6.39 d (1.9)	7.57 d (2.1)		6.83 d (9.0)	7.66 dd (9.0;2.1)	5.37 d (7.6)			
Rutina		6.18 d (2.1)	6.37 d (2.1)	7.52 d (2.2)		6.83 d (9.1)	7.54 dd (9.1;2.2)	5.33 d (7.4)	4.38 d (1.2)	0.99 d (6.3)	
Isoramnetina 3- O-glucósido		6.20 d (2.0)	6.43 d (2.0)	7.93 d (2.1)		6.92 d (8.5)	7.53 dd (8.5;2.1)	5.60 d (6.5)			3.89 s

(\*)A 200.13 MHz en DMSO-d<sub>6</sub> (temperatura ambiente). Los valores de δ están seguidos de la multiplicidad y debajo, entre paréntesis, las constantes de acoplamiento (J) en Hz. Los hidrógenos de los azúcares, exceptuando los de carbonos anoméricos, se presentan en todos los casos como un multiplete entre 3.20 y 3.80 ppm.

y luteolina (tabla 1), aisladas de la misma planta. El resto de compuestos son los aislados de *Artemisia incanescens*: todos ellos son 3-O-glicósidos de flavonoles, aislados también en forma de aglicones. Comparando los espectros de aglicones y glicósidos se observa que los hidrógenos del anillo B evidencian en su desplazamiento químico la presencia de un grupo glicosilo en C3, especialmente H2', pero no lo suficiente como para poder sacar correlaciones útiles de este hecho.

Todos los espectros de la tabla 2 presentan una señal doblete entre 5 y 6 ppm, asignada al hidrógeno anomérico del azúcar unido al núcleo flavonoide. La constante de acoplamiento de todos estos dobletes está alrededor de los 7 Hz, lo que indica una relación *trans*-diaxial con el hidrógeno en C2" y por tanto una configuración  $\beta$  del oxígeno anomérico (Mabry et al, 1970). En el caso de los rutinósidos (rutinosa = 6-O- $\alpha$ -L-ramnosil-D-glucosa) el hidrógeno anomérico de la ramnosa (H1'') presenta una constante de acoplamiento muy pequeña, indicativo de la configuración  $\alpha$  de la ramnosa. Además, por ser la ramnosa un 6-desoxiazúcar, da una señal doblete a  $\approx 1$  ppm correspondiente a los tres hidrógenos del grupo metilo (C6''). El resto de señales de hidrógenos glicosídicos aparecen como un multiplete muy complejo entre 3.20 y 3.80 ppm.

Las cumarinas (figura 5) aisladas por nosotros, presentan todas en su espectro de  $^1\text{H}$  RMN (tabla 3) dos dobletes con una constante de acoplamiento de  $\approx 9.5$  Hz correspondientes a los dos hidrógenos del doble enlace *cis* del anillo lactónico. Estos dos dobletes engloban entre ellos las demás señales debidas a los hidrógenos aromáticos del anillo

TABLA 3. <sup>1</sup>H RMN de las cumarinas aisladas(\*)

COMPUESTO	H-3	H-4	H-5	H-6	H-8	H-1'	-OMe	H-azúcar
Umbeliferona (CD <sub>3</sub> OD)	6.17 d (9.4)	7.84 d (9.4)	7.44 d (8.4)	6.78 dd (8.4;2.3)	6.70 d (2.3)			
Umbeliferona	6.17 d (9.5)	7.89 d (9.5)	7.48 d (8.4)	6.76 dd (8.4;2.3)	6.69 d (2.3)			
Escopoletina	6.20 d (9.4)	7.88 d (9.4)	7.18 s		6.76 s		3.79 s	
Escopoletina (CDCl <sub>3</sub> :CD <sub>3</sub> OD 5:1)	6.24 d (9.4)	7.71 d (9.4)	6.91 s		6.86 s		3.93 s	
Isofraxidina	6.23 d (9.4)	7.90 d (9.4)	7.02 s				3.82 s 3.81 s	
Isofraxidina (CDCl <sub>3</sub> )	6.27 d (9.5)	7.60 d (9.5)	6.66 s				4.09 s 3.94 s	
Esculina	6.23 d (9.5)	7.85 d (9.5)	7.39 s		6.83 s	4.77 d (7.2)		3.50-3.00 m
Escopolina	6.30 d (9.5)	7.94 d (9.5)	7.25 s		7.14 s	5.09 d (6.8)	3.79 s	3.50-3.00 m

(\*)A 200.13 MHz en DMSO-d<sub>6</sub>, si no se indica otro solvente (temperatura ambiente). Los valores de δ están seguidos de la multiplicidad y debajo, entre paréntesis, las constantes de acoplamiento (J) en Hz.

restante, con su multiplicidad correspondiente. Fuera de esta zona sólo se localizan las señales de los grupos metilo, en los compuestos que los tienen, y las que corresponden a la parte glicosídica de esculina y escopolina. Ambas presentan una señal doblete asignada al hidrógeno anomérico, con una constante de acoplamiento de  $\approx 7$  Hz que demuestra, al igual que en flavonoides, la presencia del anómero  $\beta$  de la glucosa en ambos compuestos (González et al, 1972).

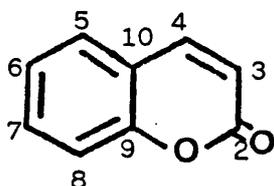


FIGURA 5

En la tabla 4 se representan los valores de  $^1\text{H}$  RMN para la achillina y su epóxido, lactonas sesquiterpénicas aisladas de *Artemisia assoana* (figura 2). Las constantes de acoplamiento  $J_{5,6} = J_{6,7} \approx 10$  Hz demuestran la relación anti-coplanar de estos hidrógenos, por lo que se deduce la fusión *trans* del anillo lactónico de cinco miembros (Yoshioka et al, 1973). La configuración del metilo en C11 se deduce del acoplamiento observado  $J_{7,11} = 7.6$  Hz (Narayanan y Venkatasubramanian, 1968). De la comparación de los espectros de  $^1\text{H}$  RMN de ambas lactonas, llama la atención el desplazamiento a campo bajo de la señal de H6 (+0.47 ppm), lo que se puede tomar como indicio de la relación *sin* entre H6 y el anillo de oxirano. Dos investigadores búlgaros (Tsankova y Ognyanov, 1984) asignan

TABLA 4.  $^1\text{H}$  RMN de las lactonas sesquiterpénicas aisladas(\*)

	ACHILLINA	1,10 $\beta$ -EPOXIACHILLINA
H3	6.10 qu ( $J_{3,5}=J_{3,15}=1.3$ Hz)	6.18 qu ( $J_{3,5}=J_{3,15}=1.3$ Hz)
H5	3.37 da ( $J_{5,6}=10.3$ Hz)	3.02 da ( $J_{5,6}=10.2$ Hz; $J_{\text{alililica}} \approx 1$ Hz)
H6	3.75 t ( $J_{5,6}=J_{6,7}=10.3$ Hz)	4.22 t ( $J_{5,6}=J_{6,7}=10.2$ Hz)
H7	2.45-2.35 m	1.95-1.85 m
H8 $\alpha$	1.85-1.75 m ( $J_{7,8\alpha}=J_{8\alpha,9\alpha}=2.5$ Hz)	1.65-1.45 m
H8 $\beta$	1.36 dtd ( $J_{8\alpha,8\beta}=13.7$ Hz; $J_{7,8\alpha}=J_{8\beta,9\alpha}=12.2$ Hz; $J_{8\beta,9\beta}=1.8$ Hz)	1.65-1.45 m
H9 $\alpha$	2.45-2.35 m	2.02 ddd ( $J_{9\alpha,9\beta}=15.6$ Hz; $J_{8\beta,9\alpha}=11.5$ Hz; $J_{8\alpha,9\alpha}=2.8$ Hz)
H9 $\beta$	2.26 ddd ( $J_{9\alpha,9\beta}=14.5$ Hz; $J_{8\beta,9\beta}=1.8$ Hz; $J_{8\alpha,9\beta}=6.3$ Hz)	2.19 ddd ( $J_{9\alpha,9\beta}=15.6$ Hz; $J_{8\alpha,9\beta}=5.4$ Hz; $J_{8\beta,9\beta}=2.6$ Hz)
H11	2.64 qu ( $J_{7,11}=J_{11,13}=7.6$ Hz)	2.59 qt ( $J_{7,11}=J_{11,13}=7.6$ Hz)
H13	1.08 d ( $J_{11,13}=7.6$ Hz)	1.14 d ( $J_{11,13}=7.6$ Hz)
H14	2.36 s	1.73 s
H15	2.23 t ( $J_{3,15}=J_{5,15}=1.3$ Hz)	2.34 t ( $J_{3,15}=J_{5,15}=1.3$ Hz)

(\*)A 300.13 MHz en  $\text{CDCl}_3$  (temperatura ambiente). Los valores de  $\delta$  están seguidos de la multiplicidad (qu=quintuplete; da=doblete ancho; t=triplete; m=multiplete; dtd=doble triplete de dobletes; ddd=doble doblete de dobletes; s=singulete; d=doblete) y, entre paréntesis, las constantes de acoplamiento (J) en Hz.

con estos datos la estereoquímica  $\beta$  del epóxido. Sin embargo, Liu y Mabry aislan de *Artemisia frigida* las lactonas sesquiterpénicas  $8\alpha$ -hidroxiachillina y su 1,10-epóxido, en cuyos espectros de  $^1\text{H}$  RMN se puede apreciar un desapantallamiento análogo al que aquí se expone para el H6. Estos investigadores concluyen que el grupo metilo en C10 está favorecido biogenéticamente en su orientación  $\beta$ , lo que obliga a tener un  $\alpha$ -oxirano en posición 1,10 (Liu y Mabry, 1981). El Profesor González y sus colaboradores, de La Laguna (Tenerife), aislaron las cuatro lactonas sesquiterpénicas aquí mencionadas de *Artemisia lanata*, posible sinonimia de *Artemisia assoana* (Tutin et al, 1976), pero dejaron sin determinar la estereoquímica de los epóxidos, en los que se observa también el mismo efecto para H6 (González et al, 1976). Más recientemente, estos mismos investigadores han correlacionado químicamente la 1,10-epoxiachillina con un producto de transformación de la achillina (González et al, 1984). Con todo, la asignación de configuración a dicho producto de transformación se basa también en datos de  $^1\text{H}$  RMN, por lo que sigue persistiendo un cierto grado de ambigüedad en lo que concierne a la estereoquímica del anillo de oxirano. Debido a esta controversia nos decidimos a realizar un análisis por difracción de Rayos-X para la 1,10-epoxiachillina (apéndice 1) aislada por nosotros, y así poder aclarar definitivamente esta estructura. Los resultados demuestran que el anillo de oxirano está orientado  $\beta$ , y por tanto con una relación *sin* con H6, lo cual explica que éste sufra el desapantallamiento observado en los 1,10-epóxidos de achillina y  $8\alpha$ -hidroxiachillina.

Los datos de  $^1\text{H}$  RMN del resto de productos aislados de las dos artemisias inves-

tigadas no precisan de comentarios particulares, y se dan en la parte experimental, excepto los de los acetilenos (tabla 5). Tan sólo comentar que todos ellos, excepto la *p*-hidroxiacetofenona y los poliacetilenos, poseen un doble enlace conjugado con el anillo bencénico y que de las constantes de acoplamiento de los dos hidrógenos alílicos se deduce su configuración *trans* ( $J \approx 16$  Hz).

#### $^{13}\text{C}$ RMN de los compuestos aislados

La tabla 6 presenta los valores de desplazamiento químico de los carbonos de los aglicones de flavonoide que fueron aislados por nosotros en cantidad suficiente como para hacer factible su medición. La asignación de las señales a los carbonos individuales se realizó siguiendo los datos bibliográficos (Calvert et al, 1979; Agrawal y Rastogi, 1981; Kingsbury y Hooker, 1975; Iinuma et al, 1980; Ternai y Markham, 1976; Pomilio et al, 1977; Wagner et al, 1976; Pelter et al, 1976; Wenkert y Gottlieb, 1977; Harborne y Mabry, 1982; Fujita et al, 1982 y 1985) y ayudándose de experiencias de desacoplamiento selectivo.

Los espectros de  $^{13}\text{C}$  RMN de 6-metoxitricina (en DMSO- $d_6$ ) y artemetina (en  $\text{CDCl}_3$ ) habían sido publicados anteriormente (Herz et al, 1980; Wenkert y Gottlieb, 1977). Las asignaciones de C7 y C9 en el primero, y de C2 y C9 en el segundo han sido intercambiadas con respecto a lo publicado, ya que así lo sugiere la comparación con los espectros de otros compuestos, estructuralmente relacionados, aislados por nosotros.

TABLA 5. <sup>1</sup>H RMN de los acetilenos aislados(\*)

Hidrógeno No.	XXXIX	XL	XLI	XLII	XLIII	XLIV
1	1.97 d (1.0)	1.98 d (1.0)	1.97 d (1.0)	1.97 d (1.0)	1.99 d (1.0)	1.97 d (1.0)
6	4.89 s <sup>#</sup>	4.58 s <sup>#</sup>	4.94 s <sup>#</sup>	4.97 s <sup>#</sup>	4.63 s <sup>#</sup>	4.97 s <sup>#</sup>
8	6.67 d (5.7)	Sistema AB 6.22 d (5.6)	6.63 d (5.7)	6.68 d (5.8)	Sistema AB 6.24 d (5.7)	6.68 d (5.8)
9	6.21 dd (5.7;1.8)	6.13 d (5.6)	6.22 dd (5.7;1.8)	6.25 dd (5.8;1.7)	6.20 d (5.7)	6.25 dd (5.8;1.7)
11/12	2.30-2.00 m (4H)	2.40-2.00 m (4H)		2.40-1.90 m (3H) 1.80-1.60 m (1H)	2.40-1.90 m (3H) 1.80-1.60 m (1H)	2.30-1.90 m (3H) 1.80-1.60 m (1H)
13	4.20-3.90 m (2H)	4.30-3.90 m (2H)		4.95 m (1H)	4.92 m (1H)	4.92 m (1H)
14 <sup>β</sup>				3.89 d <sup>#</sup> (≈12.9)	3.89 d <sup>#</sup> (≈12.9)	3.88 d <sup>#</sup> (≈12.9)
			4.00-3.80 m (2H)			
14 <sup>α</sup>				4.11 dd (12.9;1.7)	4.25 dd (12.9;1.7)	4.12 dd (12.9;1.6)
AcO				2.11 s (3H)	2.11 s (3H)	
iBuCOO						0.98 d (6H) (6.5) 2.25 d (2H) (7.5) 2.30-2.10 m (1H)

(\*)A 200.13 MHz en CDCl<sub>3</sub> (temperatura ambiente). Los valores de δ están seguidos de la multiplicidad y debajo, entre paréntesis, las constantes de acoplamiento (J) en Hz.

# Señal ensanchada.

TABLA 6. <sup>13</sup>C RMN de los aglicones de flavonoide aislados(\*)

Carbono No.	I	I (CDCl <sub>3</sub> )	IV	V	VIII	IX
2	155.19	154.98	155.13	155.58	155.10	155.85
3	137.59	138.82	137.63	137.34	137.94	137.92
4	178.16	179.21	178.09	178.09	177.81	178.13
5	152.33	152.26	152.23	152.37	161.21	161.53
6	131.26	130.00	131.28	131.28	98.70	98.91
7	157.81	156.15	158.03	157.91	164.78	164.73
8	94.12	93.09	93.97	93.92	93.68	93.93
9	151.63	151.81	151.67	151.61	156.39	156.64
10	104.53	106.21	104.31	104.37	103.99	104.35
1'	122.24	122.78	122.36	120.85	122.31	121.04
2'	129.95	130.19	114.90	115.74 <sup>a</sup>	114.92	116.05 <sup>a</sup>
3'	114.23	114.08	146.37	145.29	146.33	145.55
4'	161.33	161.72	150.18	148.76	150.16	149.06
5'	114.23	114.08	111.93	115.43 <sup>a</sup>	111.93	115.62 <sup>a</sup>
6'	129.95	130.19	120.30	120.54	120.27	120.88
-OMe	59.94	60.92	59.88	59.95	59.70	59.95
	59.78	60.16	59.72	59.68	55.62	
	55.46	55.45	55.63			
	XXV	XXVII	XXVII (CDCl <sub>3</sub> )	XXVIII	XXIX	XXIX (CDCl <sub>3</sub> )
2	163.68	163.58	163.85	163.59	155.27	155.88
3	102.71	103.61	104.21	103.09	137.97	138.85
4	182.12	182.26	182.46	182.06	178.11	178.90
5	152.71 <sup>a</sup>	152.64 <sup>a</sup>	153.07 <sup>a</sup>	152.64 <sup>a</sup>	151.61 <sup>a</sup>	152.33 <sup>a</sup>
6	131.30	131.88	132.55	131.43	131.66	132.35
7	157.20	158.64	158.66	157.76	158.58	158.82
8	94.26	91.63	90.54	94.51	91.27	90.39
9	152.37 <sup>a</sup>	152.23 <sup>a</sup>	152.90 <sup>a</sup>	152.47 <sup>a</sup>	151.53 <sup>a</sup>	152.80 <sup>a</sup>
10	104.05	105.12	105.98	103.87	105.56	106.60
1'	121.54	122.76	123.58	120.44	122.09 <sup>b</sup>	122.95
2'	110.19	109.41	108.71	104.33	111.60 <sup>c</sup>	110.92
3'	147.99	149.02	149.25	148.17	148.49	148.85
4'	150.69	152.02 <sup>a</sup>	152.26 <sup>a</sup>	139.83	151.36 <sup>a</sup>	151.48
5'	115.73	111.65	111.11	148.17	111.64 <sup>c</sup>	111.37
6'	120.30	120.08	119.98	104.33	121.94 <sup>b</sup>	122.20
-OMe	59.90	59.99	60.72	59.88	59.87	60.84
	55.93	56.44	56.25	56.34(x2)	59.58	60.15
		55.88	56.04(x2)		56.32	56.33
		55.73			55.70	56.10
					55.59	56.00

(\*)A 50.32 MHz en DMSO-d<sub>6</sub>, si no se indica otro solvente (temperatura ambiente). Las asignaciones que llevan el mismo superíndice pueden ser intercambiables en el correspondiente espectro.

Respecto a los glicósidos de flavonoide, sólo de hiperina, isoquercitrina, rutina y kaempferol 3-rutinósido, se obtuvo la cantidad suficiente para la medición de sus espectros de  $^{13}\text{C}$  RMN, que resultaron plenamente coincidentes con los de la bibliografía (Harborne y Mabry, 1982). Los datos de éstos se dan en la parte experimental.

La tabla 7 recoge los datos de  $^{13}\text{C}$  RMN de las cumarinas aisladas de ambas artemisias. Los espectros de isofraxidina y escopolina no han sido publicados anteriormente. Las asignaciones se han realizado, al igual que en flavonoides, según los datos de la bibliografía (Sankar et al, 1982; Patra y Mitra, 1981; Duddeck y Kaiser, 1982; Cussans y Huckerby, 1975a, b y c; Chang et al, 1977; Chan et al, 1977; Gottlieb et al, 1979; Ernst, 1976; Günther et al, 1975) y con experiencias de desacoplamiento selectivo. Los valores de desplazamiento químico experimentales coinciden bien con los calculados (Duddeck y Kaiser, 1982), con la excepción del C7 de la isofraxidina (observado 142.60; calculado 130.60) probablemente debido a razones estéricas.

Respecto a los espectros de  $^{13}\text{C}$  RMN de los poliacetilenos de las raíces de *Artemisia ASSOANA* (tabla 8), la asignación de señales ha sido realizada por experiencias de RMN bidimensional con correlación heteronuclear (C-H) sobre el isovalerato del (E)-espirocetal XLIV y extrapolado al resto de espirocetales acetilénicos aislados. Los espectros de los espirocetales XXXIX y XL ya habían sido publicados siendo la asignación de las señales C8 y C9 la inversa a la obtenida por nosotros (Zeisberg y Bohlmann, 1974). El resto de señales espectrales coincide perfectamente con las proporcionadas por la bibliografía, que

TABLA 7.  $^{13}\text{C}$  RMN de las cumarinas aisladas(\*)

Carbono No.	XVIII°	XVIII	XIX	XX ( $\text{CDCl}_3$ )	XXI	XXII
2	162.83	160.65	160.44	160.77	160.58	160.50
3	112.23	111.66	111.23	113.29	113.31	112.06
4	144.47	144.41	144.47	143.93	144.25	144.46
5	108.55	109.56	129.65	103.24	109.70	114.59
6	145.64	145.22	113.13	144.69	146.02	142.64
7	151.32	151.10	161.38	142.60	149.91	151.30
8	103.44	102.75	102.71	134.46	103.04	103.12
9	150.29	149.49	155.51	143.03	148.93	150.40
10	111.40	110.52	111.33	111.14	112.30	110.73
1'					99.65	102.14
2'					73.11	73.21
3'					77.15	77.22
4'					69.66	69.68
5'					76.77	75.99
6'					60.71	60.63
-OMe	56.41	55.98		61.53 56.47	56.06	

(\*)A 50.32 MHz en  $\text{DMSO}-d_6$ , si no se indica otro solvente (temperatura ambiente).

° En  $\text{CDCl}_3/\text{CD}_3\text{OD}$  (5:1).

TABLA 8.  $^{13}\text{C}$  RMN de los acetilenos aislados (\*)

Carbono No.	XXXIX	XL	XLI	XLII	XLIII	XLIV
1	4.60	4.74	4.59	4.58	4.78	4.62
2	79.67	80.58	79.54	79.78	80.79	79.75
3	65.06	65.40	65.11	64.92	65.14	65.01
4	76.40	79.94	76.32	76.55	79.06	76.60
5	71.53	70.77	71.60	71.18	70.46	71.24
6	79.73	78.83	79.73	80.51	79.57	80.52
7	168.93	167.16	169.83	169.39	167.58	169.44
8	125.81	127.45	125.00	125.51	127.08	125.50
9	136.04	135.25	138.54	137.56	137.12	137.68
10	120.94	121.06	112.78	112.02	112.20	112.09
11	35.54	35.61	32.51	27.27	27.28	27.29
12	24.53	24.48	19.28	23.22	23.21	23.37
13	69.69	69.66	24.44	66.09	66.31	65.76
14			64.25	65.55	65.55	65.62
AcO				170.61	170.61	
				21.30	21.30	
iBuCOO						172.56 s <sup>#</sup>
						43.59 t
						25.58 d
						22.38 q

(\*)A 50.32 MHz en  $\text{CDCl}_3$  (temperatura ambiente).

# Multiplicidades de los carbonos del resto de isovalerato.

es bastante escasa sobre este tema (Zeisberg y Bohlmann, 1974; Bohlmann y Brehm, 1979a y b; Hearn, 1977; Hearn y Turner, 1976).

Los espectros de  $^{13}\text{C}$  RMN de achillina y su epóxido se reflejan en la tabla 9. El efecto de la epoxidación sobre los carbonos 1 y 10 es el que cabía esperar. La configuración del anillo de oxirano es difícilmente predecible a la vista de los espectros de  $^{13}\text{C}$  RMN de ambos compuestos. Aunque se han postulado algunos valores de desplazamiento químico como diagnóstico para asignar la configuración de los epóxidos (Tori et al, 1974; Holland et al 1978), trabajos posteriores los han puesto en duda (J.A. Marco y M. Carda, comunicación personal). Por otra parte, los datos de  $^{13}\text{C}$  RMN de lactonas sesquiterpénicas son escasos y fragmentarios, lo que dificulta este tipo de correlaciones empíricas (De Silva et al, 1981; Wehrli y Nishida, 1979; Fischer et al, 1979).

#### **Espectrocopia Ultravioleta-Visible de los compuestos aislados**

En la tabla 10 se reúnen los datos de los distintos espectros UV-VIS de los flavonoides aislados. Esta técnica espectroscópica es muy útil para la elucidación estructural de esta clase de metabolitos secundarios, ya que distingue entre los distintos tipos de ellos y proporciona información sobre las sustituciones existentes en el núcleo flavonoide, especialmente si son grupos hidroxilo. También es muy importante para asignar la unión glicosídica a una posición del flavonoide en el caso de los O-glicósidos. Hay abundante información bibliográfica sobre es-

TABLA 9.  $^{13}\text{C}$  RMN de las lactonas sesquiterpénicas aisladas(\*)

Carbono No.	Achillina	1,10 $\beta$ -Epoxiachillina
1	131.65	67.00 <sup>a</sup>
2	195.86	200.97
3	135.39	133.16
4	170.07	176.69
5	52.82	49.67
6	83.40	79.67
7	51.81	51.76
8	23.48	19.80
9	37.49	34.60
10	152.17	65.21 <sup>a</sup>
11	39.25	39.30
12	178.43	179.10
13	9.85	9.91
14	21.46	18.86
15	19.71	20.93

(\*)En  $\text{CDCl}_3$  a 75.47 MHz. Las asignaciones que llevan el mismo superíndice pueden ser intercambiables en el correspondiente espectro.

TABLA 10. UV-VIS de los flavonoides aislados(\*)

PRODUCTO	MeOH	+NaOMe	+AlCl <sub>3</sub>	+AlCl <sub>3</sub> /HCl	+NaOAc	+NaOAc/H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>
Salvigenina	332 (1.0)	381 (0.7)	359 (1.2)	354 (1.2)	336 (1.0)	337 (1.1)
	281 (0.8)	330 h <sup>#</sup>	303 (0.9)	302 (0.9)	292 h	278 (0.8)
		300 (1.6)	266 h	264 h	277 (1.0)	
Jaceosidina	345 (1.0)	409 (1.5)	372 (1.2)	636 (1.1)	400 (1.3)	345 (0.8)
	272 (0.8)	338 (0.5)	295 h	291 h	335 h	285 h
	240 h	275 h	279 (0.8)	284 (0.8)	273 (0.9)	272 (0.7)
		267 (0.9)	262 (0.8)	260 (0.7)	266 h	
Cirsilineol	345 (1.0)	407 (1.1)	376 (1.1)	368 (1.0)	409 (1.0)	348 (0.8)
	277 (0.7)	280 h	287 (0.7)	291 (0.7)	270 (0.7)	276 (0.6)
	250 h	270 (0.7)	263 (0.6)	262 (0.6)		
	240 h					
4'-O-Metil-cirsilineol	341 (1.0)	331 (0.8)	373 (1.1)	365 (1.1)	337 (0.8)	343 (0.9)
	279 (0.7)	316 (0.8)	290 (0.7)	293 (0.8)	284 (0.7)	278 (0.6)
	250 h	292 (0.8)	263 (0.6)	262 (0.6)		
	244 (0.7)					

PRODUCTO	MeOH	+NaOMe	+AlCl <sub>3</sub>	+AlCl <sub>3</sub> /HCl	+NaOAc	+NaOAc/H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>
<b>6-Metoxi- tricina</b>	352 (1.0)	421 (1.4)	390 h	373 (1.0)	419 (1.0)	390 h
	315 h	345 (0.4)	382 (1.1)	305 h	380 h	357 (0.7)
	277 (0.6)	278 h	310 h	285 h	277 h	278 (0.7)
	240 h	263 (0.9)	282 (0.6)	253 h	267 (0.9)	
			259 (0.6)			
<b>Apigenina</b>	334 (1.0)	390 (1.4)	380 (0.8)	380 (0.8)	388 (1.2)	340 (1.0)
	290 h	320 (0.7)	344 (0.9)	342 (1.0)	310 (0.6)	298 h
	266 (0.9)	272 (1.1)	300 (0.8)	299 (0.8)	272 (1.1)	266 (0.9)
			274 (0.9)	276 (0.9)		
<b>Luteolina</b>	345 (1.0)	400 (1.2)	424 (1.3)	385 h	395 (1.0)	430 h
	290 h	325 h	327 h	355 (0.9)	330 h	370 (0.9)
	267 (0.9)	265 (1.2)	302 h	295 h	266 (1.4)	260 (1.3)
	252 (1.0)		270 (1.4)	275 (1.3)		
	240 h			261 (1.3)		
<b>Crisoeriol</b>	340 (1.0)	400 (1.4)	386 (1.0)	380 h	400 (1.2)	346 (1.0)
	268 (1.3)	324 (0.7)	352 h	352 (1.0)	320 (0.6)	290 h
	250 h	274 (1.3)	294 (0.7)	293 h	270 (1.3)	268 (1.1)
		265 h	272 (1.0)	274 (1.0)		
			258 (1.0)	257 h		

PRODUCTO	MeOH	+NaOMe	+AlCl <sub>3</sub>	+AlCl <sub>3</sub> /HCl	+NaOAc	+NaOAc/H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>
Apigenina 7- rutinósido	332 (1.0)	390 (1.3)	386 (0.9)	386 (0.7)	391 (1.0)	343 (0.9)
	269 (0.9)	300 h	347 (1.0)	344 (0.9)	295 h	330 h
		269 (0.8)	300 (0.7)	300 (0.7)	268 (0.8)	269 (0.8)
		250 h	276 (0.9)	276 (0.9)	256 h	
			251 h	251 h		
			227 h	227 h		
Luteolina 7- glucósido	349 (1.0)	398 (1.1)	428 (1.6)	390 (1.2)	400 (1.2)	372 (1.2)
	268 h	292 h	335 h	360 (1.2)	265 (1.2)	260 (1.4)
	253 (1.0)	265 (1.1)	300 h	297 h		
			274 (1.1)	275 (1.3)		
			265 h			
Artemetina	346 (1.0)	383 h	375 (1.1)	404 h	333(0.8)	348 (0.9)
	275 (0.8)	325 h	285 (0.8)	369 (1.0)	291 (0.8)	274 (0.7)
	258 (0.8)	293 (2.0)	267 (0.9)	287 (0.8)	254 h	254 h
		250 h		265 (0.9)		

PRODUCTO	MeOH	+NaOMe	+AlCl <sub>3</sub>	+AlCl <sub>3</sub> /HCl	+NaOAc	+NaOAc/H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>
<b>Santina</b>	338 (1.0)	374 (0.8)	393 h	393 h	375 (0.8)	343 (0.8)
	271 (0.9)	297 (0.8)	364 (1.0)	358 (1.0)	290 h	272 (1.6)
		275 (1.3)	306 h	306 h	273 (1.6)	
			297 (0.7)	296 h		
			281 (0.8)	283 (0.9)		
			262 h	262 h		
<b>Casticina</b>	348 (1.0)	388 (0.7)	398 h	398 h	385 h	351 (0.7)
	273 (0.9)	296 h	378 (1.1)	371 (1.0)	340 (0.7)	274 h
	254 (1.2)	275 (1.3)	300 h	300 h	274 (1.0)	254 (1.0)
			277 h	277 h	254 (1.0)	
			270(1.1)	267 (1.0)		
<b>Penduletina</b>	346 (1.0)	389 (1.1)	384 h	382 h	399 (0.9)	346 (0.9)
	275 (0.9)	364 h	369 (1.2)	363 (1.1)	346 h	274 (0.8)
		294 h	300 h	299 h	292 h	
		277 (0.9)	283 (0.9)	285 (0.9)	275 (0.8)	
			265 h	265 h		
<b>Centaureidina</b>	352 (1.0)	389 (0.9)	395 h	395 h	376 (0.8)	353 (0.8)
	273 (1.0)	328 h	377 (1.1)	368 (1.0)	327 (0.6)	271 (0.8)
	259 (1.0)	298 h	298 h	299 h	275 (1.2)	258 (0.9)
		274 (1.6)	278 h	280 h		
		248 (1.3)	268 (1.1)	266 (1.0)		

PRODUCTO	MeOH	+NaOMe	+AlCl <sub>3</sub>	+AlCl <sub>3</sub> /HCl	+NaOAc	+NaOAc/H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>
Quercetina 3, 4'-dimetiléter	356 (1.0)	392 (0.9)	404 (0.9)	402 (0.8)	373 (0.8)	358 (0.8)
	313 h	330 h	367 (0.9)	363 (0.9)	325 (0.7)	310 h
	269 (1.0)	309 (0.5)	301 (0.6)	299 (0.6)	277 (1.2)	267 h
	257 (1.1)	274 (1.8)	273 h	272 h	260 h	257 (1.0)
		258 h	270 (1.2)	269 (1.2)		
Axillarina	359 (1.0)	409 (1.4)	440 (1.4)	395 h	409 (1.1)	430 h
	266 h	335 (0.6)	351 h	374 (1.0)	336 (0.5)	380 (0.9)
	262 (0.9)	273 (1.1)	302 h	296 h	276 (1.2)	266 (1.0)
			280 (1.3)	275 h		
			271 (1.0)			
Quercetina 3- metiléter	360 (1.0)	409 (1.3)	439 (1.4)	402 (0.9)	385 (1.0)	380 (0.9)
	294 (0.7)	329 (0.8)	307 (0.8)	365 (0.9)	329 (0.8)	296 (0.6)
	265 h	273 (1.3)	278 (1.5)	308 h	267 (1.2)	263 (1.1)
	258 (1.1)			304 (0.9)		
			274 h			
			270 (1.3)			

PRODUCTO	MeOH	+NaOMe	+AlCl <sub>3</sub>	+AlCl <sub>3</sub> /HCl	+NaOAc	+NaOAc/H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>
<b>6-Metoxi- kaempferol</b>	369 (1.0)	423 (1.2)	427 (1.3)	426 (1.2)	400 (1.0)	375 (0.9)
	340 h	330 (0.7)	370 h	370 (0.7)	315 (0.6)	340 h
	300 h	290 h	303 h	302 h	276 (1.1)	303 h
	271 (0.9)	280 (1.1)	271 (1.1)	271 (1.1)	270 h	271 (0.9)
	257 (0.9)	descomp.	263 h	266 h		260 h
			230 h	230 h		
<b>Kaempferol</b>	368 (1.0)	417 (1.3)	425 (1.3)	425 (1.2)	400 (1.0)	373 (0.9)
	322 h	322 (0.7)	350 (0.5)	349 (0.5)	313 (0.6)	325 h
	300 h	273 (1.2)	300 h	300 h	275 (1.1)	300 h
	267 (1.0)	225 h	270 (1.2)	269 (1.1)	270 h	268 (0.8)
	255 h	descomp.	258 h	258 h		
	220 h		242 h	240 h		
		230 h	230 h			
<b>Quercetina</b>	374 (1.0)	328 (1.0)	456 (1.4)	430 (1.1)	395 (1.0)	390 (1.1)
	310 h	305 h	340 h	365 h	326 (0.4)	305 h
	270 h	240 h	302 h	301 h	270 h	261 (1.2)
	256 (1.0)	descomp.	272 (1.0)	270 h	266 (1.0)	
	228 h		260 h	268 (1.0)	descomp.	

PRODUCTO	MeOH	+NaOMe	+AlCl <sub>3</sub>	+AlCl <sub>3</sub> /HCl	+NaOAc	+NaOAc/H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>
Isoramnetina	373 (1.0)	450 (1.1)	430 (1.2)	430 (1.1)	398 (0.8)	378 (1.0)
	325 h	370 h	362 h	363 (0.7)	322 (0.6)	325 h
	305 h	325 h	294 h	294 h	276 (1.0)	267 h
	268 h	288 (1.3)	267 (1.4)	266 (1.3)	270 h	255 h
	256 (1.3)	descomp.			descomp.	
Kaempferol 3-glucósido	350 (1.0)	402 (1.5)	400 (0.9)	398 (0.7)	375 (0.8)	353 (0.9)
	305 h	328 (0.8)	352 (0.9)	347 (0.9)	306 (0.8)	308 h
	267 (1.2)	275 (1.4)	305 (0.7)	302 (0.7)	273 (1.4)	268 (1.1)
	260 h		274 (1.2)	273 (1.1)	269 h	260 h
			270 h	268 h		
		230 h	230 h			
Kaempferol 3-rutinósido	Valores idénticos a los de Kaempferol 3-glucósido					
Quercetina 3-glucósido	360 (1.0)	420 (1.1)	433 (1.3)	402 (0.9)	393 (0.9)	387 (1.1)
	299 h	327 (0.5)	303 h	364 h	325 (0.7)	298 (0.7)
	266 h	272 (1.4)	275 (1.4)	300 (0.5)	271 (1.4)	262 (1.6)
	259 (1.3)			271 (1.2)		

PRODUCTO	MeOH	+NaOMe	+AlCl <sub>3</sub>	+AlCl <sub>3</sub> /HCl	+NaOAc	+NaOAc/H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>
Quercetina 3-galactósido	Valores idénticos a los de Quercetina 3-glucósido					
Quercetina 3-rutinósido	Valores idénticos a los de Quercetina 3-glucósido					
Isoramnetina	357 (1.0)	425 (1.2)	408 (0.9)	404 (0.9)	387 (0.9)	362 (0.9)
3-glucósido	302 h	327 (0.7)	365 h	357 (0.6)	316 (0.7)	307 h
	265 h	272 (1.2)	299 h	299 h	274 (1.4)	265 h
	257 (1.2)		268 (1.2)	267 (1.2)		257 (1.2)

(\*)Las longitudes de onda de los máximos de absorción se dan en nm seguidas, entre paréntesis, de las absorbancias relativas referidas al máximo de mayor longitud de onda del espectro en MeOH, al que se le ha dado el valor arbitrario de la unidad.

# h=hombro.

pectroscopia UV-VIS de flavonoides, y entre ella destaca el libro del Profesor T.J. Mabry y colaboradores, "The Systematic Identification of Flavonoids" (Mabry et al, 1970). Desde la edición de este libro, ha habido algunas revisiones más sobre esta técnica, sin aportar cambios sustanciales (Chirikdjian y Bleier, 1971; Harborne et al, 1975; Harborne y Mabry, 1982; Markham, 1982). Si son importantes, para los compuestos aislados por nosotros, los trabajos de Sakakibara y Mabry (1978) y Mears y Mabry (1972), que usan la espectroscopia UV-VIS para identificar grupos hidroxilo y metoxilo en posición 6 en flavonas y flavonoles 3-O-sustituidos, diferenciándolos de los compuestos isómeros en posición 8. La regla empírica que postulan para la identificación de este tipo de sustitución en C6 es un desplazamiento batocrómico de  $\approx 20$  nm de la banda I del espectro en metanol (pero no en etanol; Porter y Markham, 1970) cuando se le añade el desplazante  $\text{AlCl}_3/\text{HCl}$ . Por otra parte, si la sustitución es en C8, el desplazamiento observado es de una magnitud entre 55 y 75 nm, lo que distingue claramente entre ambas clases de compuestos. Como se deduce de los valores de la tabla 10, todos los compuestos aislados por nosotros con trisustitución en el anillo A lo son en las posiciones 5, 6 y 7.

Un trabajo muy importante también sobre espectroscopia UV-VIS de flavonoides es el del Profesor Voirin (Voirin, 1983), en el que se diferencia espectralmente por UV-VIS las 5-hidroxi y 5-hidroxi-3-metoxi-flavonas con anillos B mono-(4'), di-(3',4') o tri(3',4',5') sustituidos. En todos los casos, los flavonoides aislados de ambas artemisias cumplen con las reglas establecidas en esta revisión del Profesor Voirin, lo que apoya sus estructuras propuestas.

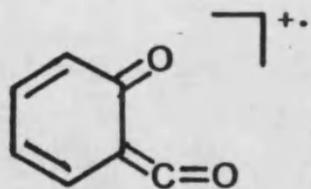
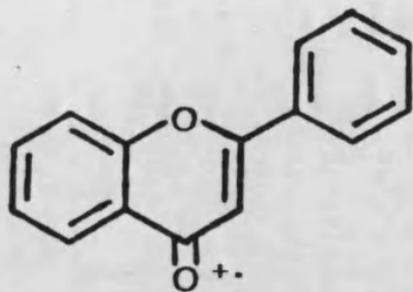
Los espectros de UV-VIS del resto de compuestos aislados se dan en la parte experimental, ya que la información estructural que aportan no precisa de discusión.

#### **Espectrometría de Masas de los compuestos aislados**

La mayoría de aglicones de flavonoide proporcionan picos intensos para el ión molecular  $(M)^+$ , que a menudo es el pico base. Además del ión molecular presentan picos mayoritarios para  $(M-H)^+$  y, cuando son metoxilados,  $(M-Me)^+$ . Las fragmentaciones más útiles para la identificación de estos aglicones son las roturas que dejan los anillos A y B intactos; algunos de estos iones se derivan de procesos retro-Diels-Alder. Las dos fragmentaciones más comunes de flavonoides son las llamadas I y II (Kingston, 1971), siendo la primera de ellas la que corresponde a una rotura retro-Diels-Alder (figura 6).

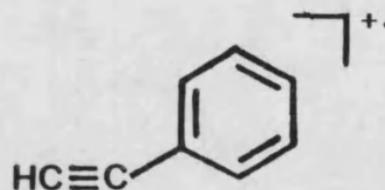
La Espectrometría de Masas se ha mostrado particularmente útil para la diferenciación entre flavonoides 6-metoxilados y sus isómeros en posición 8, diferenciación a menudo delicada, sobre todo, con pequeñas cantidades de muestra disponible. Se ha comprobado que la relación de intensidades entre algunos de los picos significativos en el espectro de masas de estos compuestos, se puede usar como indicativo de su modelo de sustitución. De esta forma se ha construido un esquema dicotómico capaz de generalizar estas reglas empíricas (figura 7) (Goudard et al, 1978 y 1979).

I



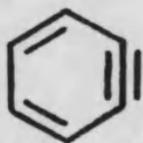
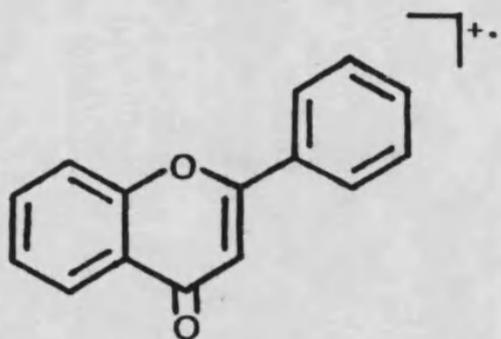
A<sub>1</sub><sup>+•</sup>

+6

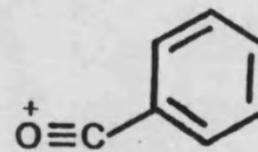


B<sup>+•</sup>

II

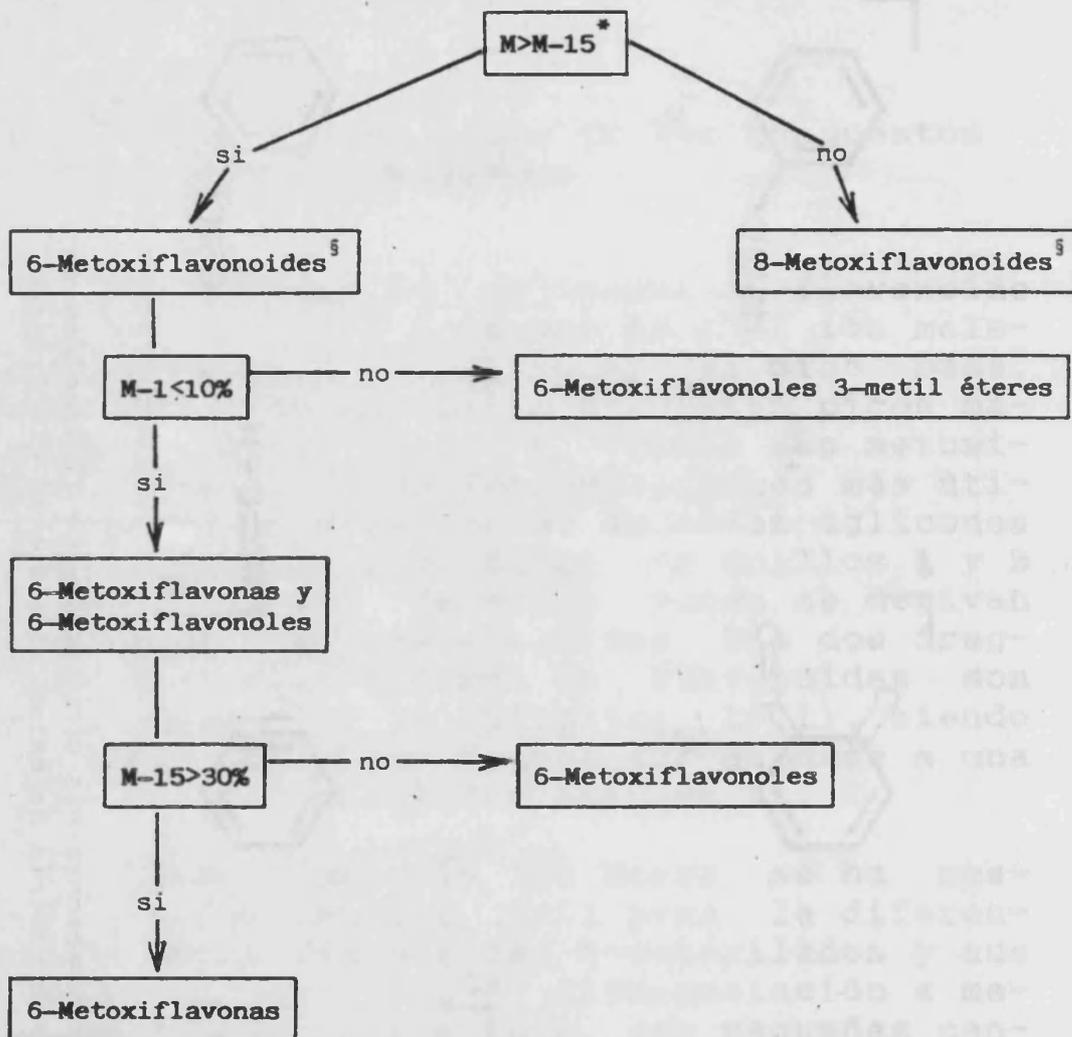


O=C=Ċ-H



C<sup>+•</sup>

**Figura 6** Fragmentaciones más comunes de los flavonoides en espectrometría de masas por impacto electrónico



\* La tabla está confeccionada para 5,7-dihidroxi o 5-hidroxi-7-metoxiflavonoides con una función metoxilo en posición 6 u 8. Otros tipos de sustitución en el anillo A no se contemplan, y por tanto no tienen por qué cumplir los requisitos de la tabla.

<sup>§</sup> El término flavonoides agrupa, en esta tabla, a flavonas, flavonoles y los 3-metilderivados de estos últimos.

Figura 7

TABLA 11. MS de los aglicones de flavonoide aislados(\*)

PICO	I	II	III	IV	V
(M) <sup>+</sup>	344 (100)	374 (100)	344 (100)	360 (100)	346 (100)
(M-H) <sup>+</sup>	343 (22)	373 (39)	343 (30)	359 (25)	345 (31)
(M-Me) <sup>+</sup>	329 (56)	359 (51)	329 (58)	345 (50)	331 (36)
(M-OH) <sup>+</sup>	327 (4)	357 (7)	327 (5)	343 (8)	329 (4)
(M-H <sub>2</sub> O) <sup>+</sup>	326 (22)	356 (7)	326 (8)	342 (25)	328 (12)
(M-H <sub>3</sub> O) <sup>+</sup>	325 (13)	355 (17)	325 (27)	341 (17)	327 (8)
(M-CO) <sup>+</sup>	316 (2)	346 (2)	316 (2)		318 (1)
(M-HCO) <sup>+</sup>	315 (13)	345 (7)	315 (8)	331 (8)	317 (4)
(M-OMe) <sup>+</sup>	313 (4)	343 (10)	313 (4)		315 (1)
(M-COMe) <sup>+</sup>	301 (64)	331 (10)	301 (14)	317 (33)	303 (20)
(M-CH <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ) <sup>+</sup>	298 (4)	328 (12)	298 (6)		300 (5)
(A) <sup>+</sup>			196 (1)		182 (1)
(A-H) <sup>+</sup>	181 (1)	195 (2)	195 (1)		181 (1)
(A-Me) <sup>+</sup>	167 (20)		181 (15)	167 (8)	167 (6)
(A-H <sub>2</sub> O) <sup>+</sup>	164 (2)		178 (1)	164 (17)	164 (3)
(A-CO) <sup>+</sup>	154 (1)	168 (7)	168 (1)		154 (1)
(A-MeCO) <sup>+</sup>	139 (16)	153 (34)	153 (24)		139 (4)
(B) <sup>+</sup>	132 (20)	148 (12)	118 (4)	148 (8)	134 (4)
(B-Me) <sup>+</sup>	117 (7)	133 (17)			
(B-COMe) <sup>+</sup>	89 (22)	89 (24)		105 (8)	
(C) <sup>+</sup>	135 (54)	151 (41)	121 (47)	151 (25)	137 (19)
(C-Me) <sup>+</sup>	120 (14)	136 (17)		136 (17)	
(C-CO) <sup>+</sup>	107 (7)	123 (15)	93 (15)	123 (14)	109 (4)
(C-COMe) <sup>+</sup>	92 (16)	108 (15)			
(M-CO) <sup>++</sup>	158 (6)	173 (5)	158 (8)	166 (13)	159 (4)

PICO	VII	IX	XI	XXIV	XXV
(M) <sup>+</sup>	330(100)	316(100)	316(100)	328(100)	330(100)
(M-H) <sup>+</sup>	329 (64)	315 (74)	315 (9)	327 (20)	329 (7)
(M-Me) <sup>+</sup>	315 (13)	301 (4)	311 (4)	313 (73)	315 (64)
(M-OH) <sup>+</sup>	313 (9)	299 (14)	299 (7)	311 (10)	313 (14)
(M-H <sub>2</sub> O) <sup>+</sup>	312 (8)	298 (22)	298 (32)	310 (3)	312 (62)
(M-H <sub>3</sub> O) <sup>+</sup>	311 (9)	297 (13)	297 (5)	309 (4)	311 (5)
(M-CO) <sup>+</sup>	302 (4)	288 (7)		300 (4)	302 (1)
(M-HCO) <sup>+</sup>	301 (18)	287 (24)	287 (17)	299 (19)	301 (6)
(M-OMe) <sup>+</sup>	299 (5)	285 (10)	285 (9)	297 (5)	299 (1)
(M-COMe) <sup>+</sup>	287 (62)	273 (75)	273 (89)	285 (23)	287 (52)
(M-CH <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ) <sup>+</sup>	284 (3)	270 (4)	270 (8)	282 (23)	284 (13)
(A) <sup>+</sup>	152 (7)	152 (8)	182 (18)		
(A-H) <sup>+</sup>	151 (22)	151 (2)	181 (25)	195 (1)	181 (1)
(A-Me) <sup>+</sup>			167 (32)	181 (18)	167 (13)
(A-H <sub>2</sub> O) <sup>+</sup>	134 (1)	134 (13)	164 (15)		
(A-CO) <sup>+</sup>	124 (4)	124 (18)	154 (10)	168 (1)	154 (1)
(A-MeCO) <sup>+</sup>			139 (45)	153 (37)	139 (20)
(B) <sup>+</sup>	148 (5)	134 (13)	118 (9)	132 (5)	148 (5)
(B-Me) <sup>+</sup>	133 (7)			117 (4)	133 (7)
(B-COMe) <sup>+</sup>	105 (6)			89 (5)	105 (7)
(C) <sup>+</sup>	151 (22)	137 (57)	121 (28)	135 (10)	151 (6)
(C-Me) <sup>+</sup>	136 (7)			120 (2)	136 (7)
(C-CO) <sup>+</sup>	123 (12)	109 (21)	93 (20)	107 (2)	123 (3)
(C-COMe) <sup>+</sup>	108 (14)			92 (2)	108 (3)
(M-CO) <sup>++</sup>		144 (14)	144 (15)	150 (4)	151 (6)

PICO	XXVI	XXVII	XXVIII	XXIX
(M) <sup>+</sup>	344(100)	358(100)	360(100)	388(100)
(M-H) <sup>+</sup>	343 (21)	357 (20)		387 (31)
(M-Me) <sup>+</sup>	329 (96)	343 (76)	345 (53)	373 (59)
(M-OH) <sup>+</sup>	327 (11)	341 (9)	343 (12)	371 (4)
(M-H <sub>2</sub> O) <sup>+</sup>	326 (4)	340 (3)	342 (53)	370 (9)
(M-H <sub>3</sub> O) <sup>+</sup>	325 (5)	339 (3)	341 (4)	369 (15)
(M-CO) <sup>+</sup>	316 (4)	330 (4)	332 (1)	360 (1)
(M-HCO) <sup>+</sup>	315 (23)	329 (17)	331 (5)	359 (4)
(M-OMe) <sup>+</sup>	313 (8)	327 (9)	329 (1)	357 (6)
(M-COMe) <sup>+</sup>	301 (33)	315 (18)	317 (36)	345 (11)
(M-CH <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ) <sup>+</sup>	298 (29)	312 (20)	314 (9)	342 (4)
(A) <sup>+</sup>				
(A-H) <sup>+</sup>	195 (2)	195 (1)	181 (4)	195 (1)
(A-Me) <sup>+</sup>	181 (32)	181 (17)	167 (8)	181 (7)
(A-H <sub>2</sub> O) <sup>+</sup>		178 (1)	164 (10)	178 (11)
(A-CO) <sup>+</sup>	168 (1)			
(A-MeCO) <sup>+</sup>	153 (99)	153 (42)	139 (13)	153 (10)
(B) <sup>+</sup>	148 (8)	162 (3)	178 (5)	162 (1)
(B-Me) <sup>+</sup>	133 (15)	147 (4)	163 (4)	147 (1)
(B-COMe) <sup>+</sup>	105 (18)	119 (3)	135 (5)	119 (3)
(C) <sup>+</sup>	151 (13)	165 (5)	181 (4)	165 (20)
(C-Me) <sup>+</sup>	136 (3)	150 (2)		150 (3)
(C-CO) <sup>+</sup>	123 (4)	137 (1)	153 (6)	137 (3)
(C-COMe) <sup>+</sup>	108 (4)	122 (1)		122 (2)
(M-CO) <sup>++</sup>	158 (3)	165 (5)		180 (6)

(\*A 70 eV. La relación m/z de cada pico va seguida, entre paréntesis, de la abundancia relativa en %.

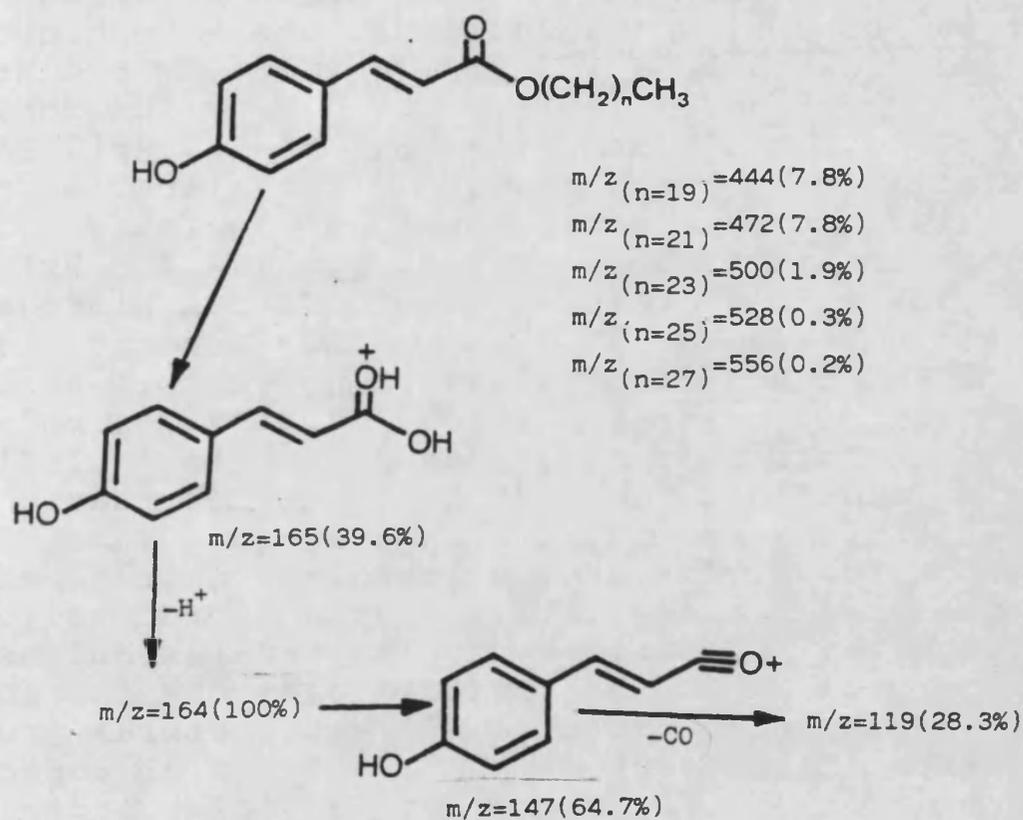
La tabla 11 reúne los datos de Espectrometría de Masas por Impacto Electrónico (EI-MS) de los polimetoxiflavonoides aislados por nosotros. En ella se puede comprobar que todos ellos cumplen con las premisas establecidas en la figura 7, hecho que apoya su estructura.

Los espectros de masa de la mezcla de *p*-cumaratos de alcoholes grasos, muestran que los alcoholes son de 20, 22, 24, 26 y 28 átomos de carbono, con una abundancia relativa de 43%, 43%, 10%, 2% y 2%, respectivamente. Las fragmentaciones y los picos de relación *m/z* se pueden ver en la figura 8. Asimismo, el espectro de masas del diisovalerato del alcohol sinapílico se esquematiza en la figura 9. Los espectros de masa de las lactonas sesquiterpénicas aisladas de *Artemisia assosana* se dan en la parte experimental.

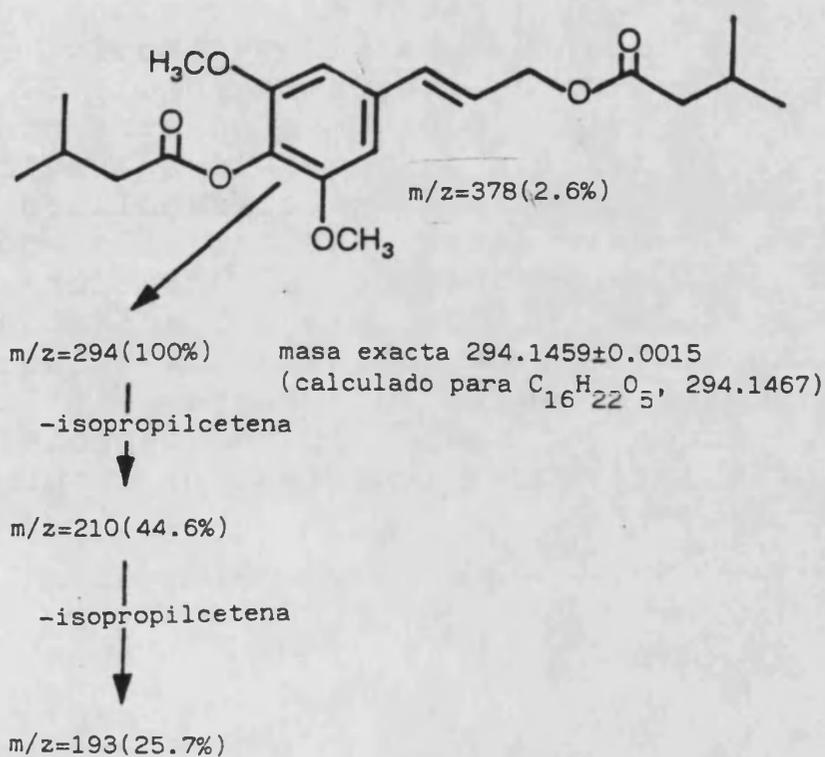
#### Elucidación estructural del diisovalerato del alcohol sinapílico

Por ser este metabolito secundario la primera vez que se describe en la Naturaleza, vamos a prestarle una especial atención al proceso de elucidación de su estructura.

El diisovalerato del alcohol sinapílico posee dos grupos metoxilo equivalentes (singulete a 3.90 ppm (6H) en  $^1\text{H}$  RMN), dos grupos éster (picos a 170.70 y 172.90 en  $^{13}\text{C}$  RMN y bandas de infrarrojo a 1760 y  $1732\text{ cm}^{-1}$ ), dos átomos de hidrógeno equivalentes sobre un anillo aromático (singulete de dos hidrógenos a 6.61 ppm en  $^1\text{H}$  RMN) tetrasustituido de forma simétrica (cuatro señales aromáticas en el espectro de  $^{13}\text{C}$  RMN).



**FIGURA 8**



**FIGURA 9**

Además, se observan las señales características de un fragmento *trans*-Ar-CH=CH-CH<sub>2</sub>OCOR, como dos dobles tripletes debidos a un hidrógeno cada uno a 6.22 ppm ( $J_s = 16.0$  y  $6.4$  Hz) y 6.50 ppm ( $J_s = 16.0$  y  $0.9$  Hz), y un doble doblete a 4.71 ppm ( $J_s = 6.4$  y  $0.9$  Hz). Por último, los dos residuos isovaleroilo no equivalentes proporcionan dos dobletes (2H cada uno) a 2.23 ppm y 2.45 ppm ( $J = 7.5$  Hz) y un multiplete complejo debido a dos hidrógenos centrado a 2.20 ppm. El espectro de <sup>13</sup>C RMN concuerda perfectamente con la atribución estructural, ya que muestra dos señales carbonílicas, seis en la región olefínico/aromática, una de un átomo de carbono alifático enlazado a un oxígeno, una señal de metoxilo y tres pares de señales, metilo, metileno y metino, de los restos isovaleroilo. Todas las posiciones de las señales del espectro de <sup>13</sup>C RMN coinciden bien con las que se pueden esperar para la estructura propuesta (Kalinowski et al, 1984). En el espectro de masa (figura 9) es visible un débil ión molecular a  $m/z$  378 (C<sub>21</sub>H<sub>30</sub>O<sub>6</sub>) y dos señales intensas a  $m/z$  294 ( $M^+ - 84$ , pico base) y  $m/z$  210 ( $M^+ - 2 \times 84$ ) debidas a la pérdida sucesiva de los dos restos isovaleroilo como fragmentos de isopropilcetona (C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O). El espectro UV-VIS del compuesto no muestra ningún cambio por la adición de base, lo que evidencia la ausencia de hidroxilos fenólicos libres. Todos estos datos nos han llevado a proponer para el compuesto la estructura del diisovalerato del alcohol sinapílico (figuras 2 y 9), un nuevo compuesto natural. Metabolitos secundarios estructuralmente similares han sido encontrados en algunas especies de la Familia Asteraceae (Compositae) (Bohlmann y Zdero, 1979a y b).

## **Discusión**



## Sistemática del género *Artemisia* L.

La familia *Compositae* Giseke o *Asteraceae* Dumortier ha atraído, fascinado e incluso repelido a los botánicos durante dos siglos. Sólo unos pocos como Cassini y Bentham han sido capaces de hacer investigaciones extensas de la familia completa, mientras que muchos otros colegas han trabajado con partes de ella, y sus resultados acumulados han servido para modificar la clasificación básica de las Asteráceas.

Al igual que ocurre con otras familias naturales como *Cruciferae*, *Umbelliferae* y *Gramineae*, en *Asteraceae* la uniformidad de la estructura de inflorescencias, flores y frutos impuesta por las características de la familia, hace difícil el reconocimiento de tribus y géneros dentro de ella (Heywood, 1971). Actualmente se siguen reconociendo las trece tribus de Bentham y Hoffmann, aunque se han propuesto recientemente algunas modificaciones del sistema (Heywood et al, 1977).

Entre las tribus de Bentham y Hoffmann encontramos la *Anthemideae* Cass., a la que pertenece el género *Artemisia* L., objeto de nuestro estudio. *Anthemideae* es una tribu importante que contiene aproximadamente un 8% del total de géneros y un 13% del de especies de *Compositae*. Entre éstas se encuentran táxones de importancia medicinal, hortícola y culinaria como las plantas del piretro, los crisantemos, el estragón, la camomila, etc. La gran mayoría de especies de *Anthemideae* se encuentran en el Hemisferio Norte templado, y han sido ampliamente estudiadas. No suelen jugar un papel ecológico importante, excepto muchas de las especies de *Artemisia* que dominan algunas de las comunidades de estepa en

la región Mediterránea, Sudoeste y Centro de Asia, y las conocidas comunidades de artemisias del Sudoeste de los Estados Unidos y de la vegetación semidesértica del Gran Karoo en Sudáfrica.

*Artemisia* es un género muy bien diferenciado dentro de la familia *Asteraceae* y de la tribu *Anthemideae*. Su posición filogenética es avanzada dentro de la familia de las Compuestas, considerada a su vez filogenéticamente avanzada. Son plantas que se conocen desde muy antiguo debido a sus propiedades curativas y alimentarias. Su etimología más probable es *Artemis*, nombre de la diosa griega conocida también por *Diana*, que protegía a las mujeres en el momento del parto y a la que se atribuían conocimientos médicos (Vallès, 1986).

Respecto a la ordenación y clasificación botánica del género, fue Tournefort, el botánico prelinneano más importante, con sus "*Institutiones Rei Herbariae*" quien describe los géneros *Absinthium*, *Abrotanum* y *Artemisia*; estos tres géneros serían fundidos en uno único llamado *Artemisia* por Linné, que reconoce en él veintitrés especies distintas. Esta estructuración de Linné es la que ha llegado hasta nuestros días. Las primeras monografías sólidas y detalladas sobre el género llegaron de la mano de Besser, que fue el primero en proponer divisiones infragenéricas para *Artemisia*. Autores posteriores a Besser, principalmente De Candolle (De Candolle, 1837), completaron el trabajo besseriano con modificaciones no demasiado significativas. Ya en nuestro siglo, las aportaciones más valiosas son una serie de monografías sobre el género basadas en estudios más o menos locales (Ohwi, 1984; Pignatti, 1982), entre las que destaca la de Poljakov (Poljakov,

1961) en la hasta ahora más moderna Flora de la URSS.

En cuanto a las agrupaciones infragenéricas de *Artemisia*, Besser dividió el género basándose en las diferencias de la estructura floral, quedando incompleto el trabajo a su muerte. Las ideas de Besser fueron recogidas y publicadas por De Candolle que dividió *Artemisia* en las cuatro secciones siguientes:

CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS                      SECCION

I Capitulos heterógamos, con las flores radiales femeninas.

II Flores centrales hermafroditas y fértiles.

III Receptáculo desnudo.....*Abrotanum* Bess.

III Receptáculo piloso.....*Absinthium* DC.

II Flores centrales estériles por aborto del ovario.

Receptáculo desnudo.....*Dracunculus* Bess.

I Capitulos homógamos sin flores radiales. Receptáculo

desnudo.....*Seriphidium* Bess.

Esta estructuración supraespecífica de *Artemisia* ha sido objeto de distintos tratamientos que no difieren mucho unos de otros y, además, se fundamentan siempre en los mismos caracteres no afectando a la taxonomía de las entidades específicas e infraespecíficas. Las vicisitudes que ha sufrido esta ordenación se reúnen en la tabla 12 por orden cronológico (Vallès, 1986).

Género	<u>Artemisia</u>				Linné, 1735	
Secciones	<u>Artemisia</u>		<u>Absinthium</u>		Lamarck y De Candolle, 1815	
Géneros	<u>Oligosporus</u>		<u>Artemisia</u>		Cassini, 1817 Lessing, 1832	
Secciones	<u>Seriphidium</u>	<u>Dracunculus</u>	<u>Abrotanum</u>	<u>Absinthium</u>	Besser, 1829 De Candolle, 1837	
Secciones	<u>Seriphidium</u>	<u>Eu-Artemisia</u>			Grenier y Godron, 1852 Battandier y Trabut, 1888	
Subgéneros	<u>Seriphidium</u>	<u>Eu-Artemisia</u>			Rouy, 1903	
Subgéneros	<u>Seriphidium</u>	<u>Dracunculus</u>	<u>Abrotanum</u>	<u>Absinthium</u>	Rydberg, 1916	
Subgéneros	<u>Seriphidium</u>	<u>Dracunculus</u>	<u>Artemisia</u>		Krasheninnikov, 1946 Poljakov, 1961	
Subgéneros	<u>Seriphidium</u>	<u>Dracunculus</u>	<u>Artemisia</u>	<u>Absinthium</u>	Persson, 1974	
Secciones	<u>Dracunculus</u>		<u>Artemisia</u>		Tutin, Persson y Gutermann, 1976	
Subgéneros	<u>Seriphidium</u>	<u>Iridentatae</u>	<u>Dracunculus</u>	<u>Abrotanum</u>	<u>Absinthium</u>	McArthur, 1981

**Tabla 12** Correspondencias entre las diferentes agrupaciones infragenéricas propuestas para el género Artemisia (tomado de Vallès, 1986).

Filogenéticamente, *Abrotanum* y *Absinthium* representan las secciones más primitivas, mientras que *Dracunculus* y *Seriphidium* son las más avanzadas. Estas divisiones básicas han permanecido en el género, aunque algunos taxónomos las han elevado al nivel de subgénero y reducido el número de subgéneros a tres, combinando *Abrotanum* y *Absinthium* en el subgénero *Artemisia* (Poljakov, 1961).

Los miembros arbustivos del subgénero *Seriphidium*, endémicos de Norteamérica, están estrechamente relacionados, y Rydberg (Rydberg, 1916) los reunió en la sección *Tridentatae* del subgénero *Seriphidium*. Basándose en la distribución geográfica, cariotipos y hábitos leñosos se ha propuesto tratar como entidades taxonómicas separadas a las *Tridentatae* del Nuevo Mundo y al resto de las *Seriphidium*. Junto con esto, se ha reconocido una estrecha relación entre muchas especies de la sección *Abrotanum*, y se las ha agrupado en la subsección *Vulgares*. Las especies de esta subsección no están restringidas al Nuevo Mundo únicamente, aunque parece que las especies americanas se originaron en aquel continente.

Hasta hoy existe un consenso general, con la excepción de algún botánico estadounidense, en localizar el origen del género en Asia Central, con la subsecuente emigración a Norteamérica a través del estrecho de Bering. La evidencia biológica apoya a Eurasia como centro de origen, ya que de las 400 especies repartidas por todo el Hemisferio Norte, solo unas 50 se localizan en Norteamérica. Además hay poca evidencia paleobotánica de especies de *Artemisia* en la Flora Norteamericana.

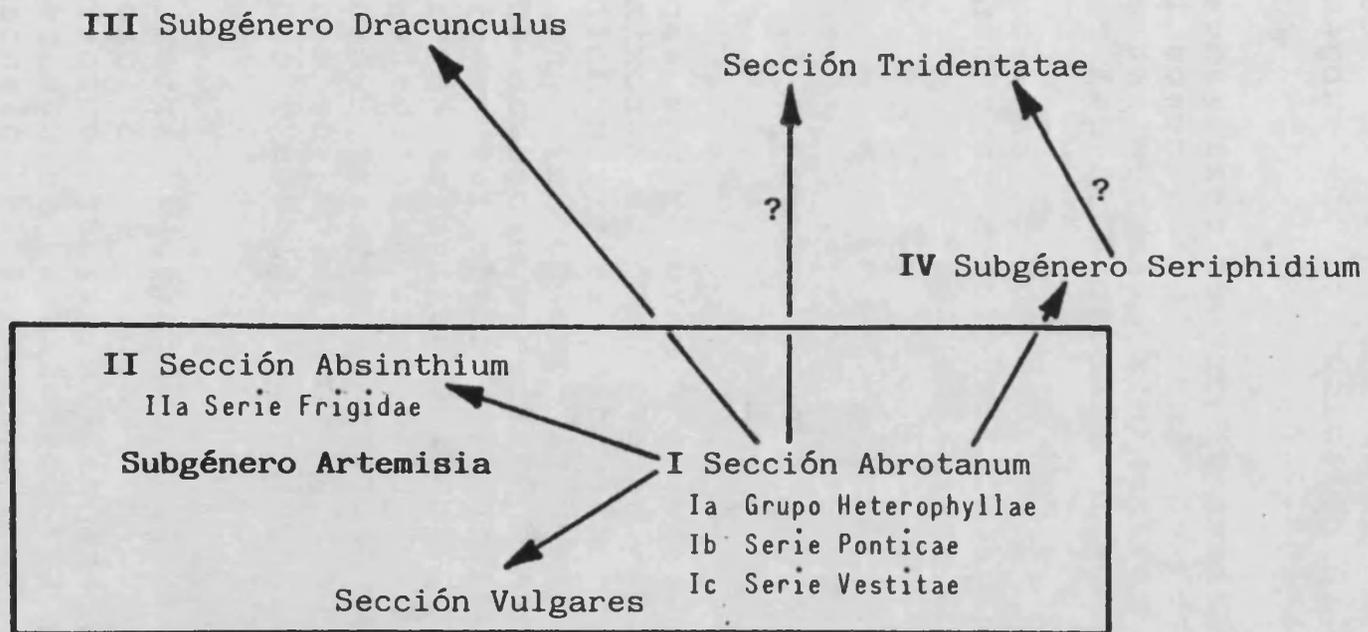
Todo esto provoca la pregunta de cómo se han originado las *Tridentatae*. Se piensa que

sólo tres secciones, *Abrotanum*, *Absinthium* y *Dracunculus*, traspasaron Beringia. Los miembros de *Seriphidium* se encuentran principalmente en Eurasia y Africa del Norte. Por otra parte, las *Tridentatae* ocupan el Oeste de Norteamérica, pero no hay representantes de ellas en las latitudes más altas de Canadá, Alaska o Este de Siberia. Esto da argumentos para sospechar que las *Tridentatae* se originaron de forma independiente de las *Seriphidium* del Mundo Antiguo, quizá a través de ancestros herbáceos del subgénero *Artemisia* (Kelsey y Shafizadeh, 1979).

Los datos fitoquímicos del género que hemos recogido y revisado en esta Tesis, han sido organizados en subgéneros (secciones), permitiendo así utilizar los caracteres químicos para un mejor conocimiento de la filogenia y sistemática de *Artemisia*. La clasificación infragenérica seguida por nosotros se basa en los trabajos taxonómicos anteriormente mencionados, y se resume en la figura 10.

En el apéndice 2 se listan por orden alfabético y dentro de cada uno de los grupos sistemáticos de la figura 10, todos los táxones individuales que se han utilizado en esta revisión, que cubre la bibliografía hasta el año 1986 inclusive. En el mismo apéndice 2, se hacen notar también algunas de las sinonimias, por lo general no universalmente aceptadas. Se pretende que ayude todo este cúmulo de datos a responder algunas preguntas sistemáticas como las que proponemos a continuación:

1/ ¿Son las especies de la sección *Vulgares* realmente un grupo estrechamente relacionado y distinto de otras especies de la sección *Abrotanum*?



**Figura 10** Las cuatro secciones de Artemisia según McArthur (1981), incluyendo algunas de las agrupaciones subseccionales.

2/ ¿Está realmente justificado el reunir en el subgénero *Artemisia* las secciones *Absinthium* y *Abrotanum*?

3/ ¿Cuál es el origen de la sección *Tridentatae* y su relación con los subgéneros *Seriphidium* y *Artemisia*?

4/ ¿Las series y grupos realizados por algunos botánicos en Floras más o menos locales responden realmente a táxones estrechamente relacionados y diferenciados del resto?

5/ ¿Pueden los datos químicos aportar alguna luz a las clasificaciones infragenéricas de *Artemisia* ya existentes?

#### Fitoquímica del género *Artemisia* L.

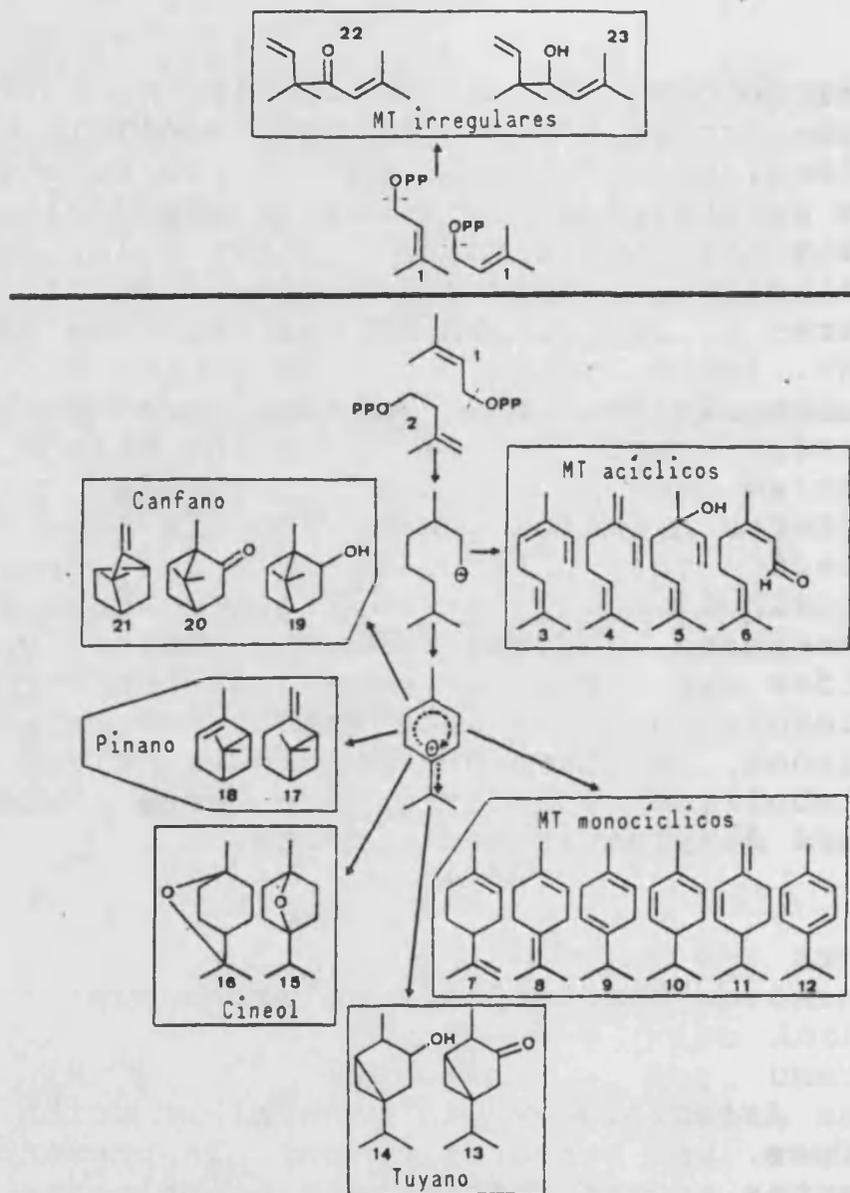
*Artemisia* L. es el mayor y más ampliamente distribuido género de los aproximadamente cien que comprenden la tribu *Anthemideae* Cass.. Dentro del género hay una gran variedad de formas vitales que ocupan un amplio rango de hábitats, desde las regiones árticas alpinas hasta los desiertos secos. La mayoría de táxones del género se caracterizan por sus fuertes olores aromáticos, basados principalmente en la acumulación de mono- y sesquiterpenos en pelos glandulares y canales secretores esquizógenos.

Debido al uso de diferentes artemisias en medicina popular, muchos investigadores han trabajado para determinar su composición química. La mayoría de análisis se han realizado de las partes aéreas de las plantas, y han proporcionado principalmente monoterpenos, lactonas sesquiterpénicas, cumarinas y

flavonoides. No obstante, más recientemente se ha comenzado a realizar análisis de las raíces, descubriendo que muchos constituyentes secundarios se acumulan especialmente en las partes subterráneas. Entre ellos destacan los poliacetilenos, los cumarin-sesquiterpén éteres y los lignanos del tipo de la sesamina. Todos estos estudios proporcionan criterios sistemáticos válidos para el género. En esta parte de la Tesis intentamos demostrar en qué medida las diferencias entre caracteres químicos pueden contribuir a una ordenación más natural de *Artemisia*. Para ello contribuimos con la revisión exhaustiva de cumarinas, lactonas sesquiterpénicas y flavonoides del género, además de añadir datos quimiotaxonómicos interesantes sobre poliacetilenos, monoterpenos y alguna clase más de metabolitos secundarios de este importante grupo de plantas medicinales.

### Monoterpenos de *Artemisia*

*Artemisia*, y en general la tribu *Anthemideae*, se caracteriza por la presencia de fuertes aromas basados principalmente en altas concentraciones de terpenos. Los monoterpenos de las hojas de 166 procedencias de 71 especies distintas del género *Artemisia*, fueron estudiados para conocer las tendencias de acumulación de estos metabolitos en las distintas agrupaciones infragenéricas (Stangl y Greger, 1980). En este importante trabajo se ordenaron biogenéticamente los terpenos identificados en los siete grupos recogidos en la figura 11. De este trabajo, junto con posteriores más restringidos, se pueden entresacar algunos datos quimiotaxonómicos importantes



**Figura 11** Supuestas relaciones biogenéticas de los monoterpenos producidos por el género Artemisia.

1 Dimetilalilpirofosfato; 2 Isopentenilpirofosfato; 3 Ocimeno; 4 Mirceno; 5 Linalool; 6 Citral; 7 Limoneno; 8 Terpinoleno; 9  $\gamma$ -Terpineno; 10  $\alpha$ -Felandreno; 11  $\beta$ -Felandreno; 12 p-Cimol; 13 Tuyona; 14 Tuyilalcohol; 15 1,4-Cineol; 16 1,8-Cineol; 17  $\beta$ -Pineno; 18  $\alpha$ -Pineno; 19 Borneol; 20 Alcanfor; 21 Canfeno; 22 Artemisiacetona; 23 Artemisiaalcohol.

para la ordenación infragenérica de *Artemisia*.

La sección *Vulgares* del subgénero *Artemisia* presenta poca acumulación de monoterpenos con estructuras muy diversas. Las especies Norteamericanas de esta sección (*A. douglasiana* y *A. ludoviciana*) se caracterizan por presentar monoterpenos irregulares (no cabeza-cola).

Las *Abrotana* son más parecidas a las especies norteamericanas que a las eurasiáticas de la sección *Vulgares*, presentando mayor proporción de tuyanos y monoterpenos acíclicos que las primeras (Halligan, 1975).

La serie *Vestitae* de *Abrotanum* carece de monoterpenos irregulares y presenta una mayor proporción de tuyanos (Greger et al, 1986; Banerjee et al, 1985). Algunos táxones de *Abrotanum* poseen un contenido monoterpénico que se desvía un tanto del general de la sección. Así, *A. molinieri* presenta 1,4-cineol, componente único en el género; *A. persica* posee una distribución de estos metabolitos que es intermedia entre las de las especies de la serie *Vestitae* y las del resto de *Abrotanum*; *A. biennis* y *A. tournefortiana*, consideradas taxonómicamente muy relacionadas con *A. annua*, se diferencian de ésta químicamente en su contenido monoterpénico.

La ausencia de tuyanos, canfanos, cineol y monoterpenos irregulares en los representantes de las series *Laciniatae* y *Latifoliae* (grupo *Heterophyllae*) de la sección *Abrotanum*, hace que guarden mayor semejanza con *Dracunculi* que con *Abrotana*.

La sección *Absinthium* se diferencia del subgénero *Artemisia* por la ausencia de mono-

terpenos irregulares. La serie *Frigidae* de esta sección acumula grandes cantidades de tuyanos, canfanos y cineol. Estas tendencias de acumulación oscilan entre los tuyanos y los mircenos y se pueden observar tres grupos diferenciados: el de especies asiáticas (acumulación de mircenos), macaronésicas (acumulación de canfanos) y las especies de *A. absinthium* y las muy relacionadas de *A. arborescens* de distintas procedencias eurasiáticas (acumulación de tuyanos, especialmente  $\beta$ -tuyona).

El subgénero *Seriphidium* presenta la mayor concentración de monoterpenos en *Artemisia*. Abundan los derivados de cineol, tuyanos y canfanos. La presencia de *p*-cimeno recuerda a la dotación terpénica de la serie *Vestitae* de la sección *Abrotanum*. Mención especial merece el estudio realizado sobre el taxon *A. herba alba*, en el que se comprueba que no hay variaciones cualitativas importantes en la constitución del aceite esencial cosechado en distintas estaciones del año. Las diferencias en la composición de monoterpenos se dan entre distintas poblaciones de *A. herba alba*, y coinciden con los que se obtienen al estudiar las lactonas sesquiterpénicas de estas mismas poblaciones. Por ello se postula la creación de distintos quimiotipos para este taxon, debido a su importancia en medicina popular (Feuerstein et al, 1986).

El subgénero *Tridentatae*, tratado por algunos autores como subsección de la sección *Seriphidium*, se caracteriza por la presencia de monoterpenos irregulares de tipo artemisilo y santolinilo. Esto apoya su afinidad con las secciones *Artemisia* y *Abrotanum* (Epstein y Gaudioso, 1984).

La dotación terpénica del subgénero *Dracunculus* es muy distinta a la del resto de artemisias. Apenas presenta cineol, tuyanos y canfanos, y son frecuentes  $\alpha$ - y  $\beta$ -pineno, mirceno y ocimeno. Esto hace que se parezca a las series *Laciniatae* y *Latifoliae*, lo que a su vez se corrobora por la presencia de otros metabolitos secundarios comunes, lo que discutiremos más adelante (Harada e Iwasaki, 1982). La especie *A. filifolia* de este subgénero, presenta una serie de monoterpenos poco usuales y, como ya se ha propuesto por aspectos morfológicos y otros datos fitoquímicos, no debe incluirse entre las *Dracunculi* (Torrance y Steelink, 1974; Heywood et al, 1977; Bohlmann et al, 1983).

En conclusión, el género *Artemisia* posee una tendencia de acumulación de monoterpenos de tipo cineol, tuyano y canfano, junto con cantidades menores de pinenos y monoterpenos mono y acíclicos. La presencia adicional de terpenos irregulares es característica de las secciones *Artemisia* y *Abrotanum*, y también del subgénero *Tridentatae*, aunque de este último los datos existentes no son todavía muy numerosos como para afirmarlo.

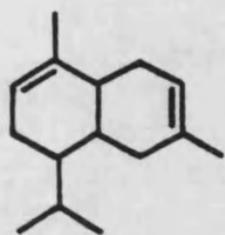
El subgénero *Dracunculus* y el grupo *Heterophyllae* (series *Laciniatae* y *Latifoliae*) se caracterizan por la menor acumulación de los monoterpenos anteriormente mencionados, mientras que el subgénero *Seriphidium* presenta la mayor acumulación de estos metabolitos secundarios en *Artemisia*.

## Sesquiterpenos de *Artemisia*

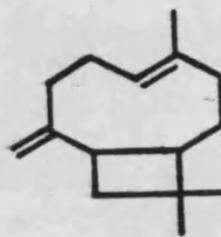
Cariofileno y cadineno (figura 12), junto con algunos derivados estrechamente relacionados, son los sesquiterpenos más ampliamente distribuidos en la tribu *Anthemideae*. Los estudios de estos componentes en *Artemisia* son escasos y fragmentarios, y se precisan más investigaciones detalladas para conocer hasta qué punto los sesquiterpenos pueden contribuir a un mejor conocimiento de las relaciones sistemáticas en este género. Cabe resaltar una serie de sesquiterpenos acíclicos, principalmente derivados del nerolidol (figura 12), que parecen ser típicos de plantas del subgénero *Artemisia* (Bohlmann et al, 1982; Greger et al, 1986; Bohlmann y Zdero, 1980), apareciendo en algunas de ellas en gran abundancia (Appendino et al, 1985).

## Lactonas sesquiterpénicas de *Artemisia*

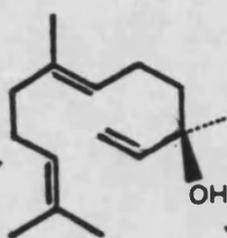
Este es un importante grupo de sesquiterpenos que se encuentra en *Artemisia*, y que además caracteriza a toda la familia *Asteraceae*, aunque no son patrimonio exclusivo de ella (Holub y Budesinsky, 1986). Se han realizado revisiones muy importantes sobre estos metabolitos (Yoshioka et al, 1973; Fischer et al, 1979), y entre ellas destaca la de F.C. Seaman (Seaman, 1982) que hace un espléndido estudio utilizándolos como marcadores quimiotaxonómicos en la familia de las Compuestas. F.C. Seaman analiza las características de las lactonas sesquiterpénicas para verificar su utilidad como caracteres químicos, llegando a la conclusión de que cumplen la gran mayoría de requisitos que precisa un buen ca-



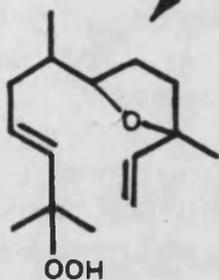
Cadineno  
(*A. filifolia*)



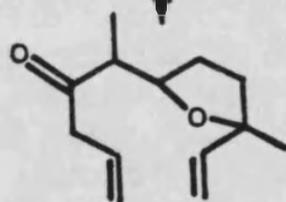
Cariofileno  
(*A. californica*)



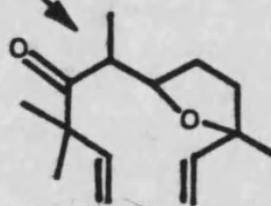
Nerolidol



Arteincultona  
(*A. inculata*)



Davanona  
(*A. rehan*)



Artemona  
(*A. rehan*)

**Figura 12** Algunos sesquiterpenos aislados de Artemisia

rácter analítico y sintético. Asimismo, describe las rutas biogénicas de estas lactonas y su significado en el estudio de las relaciones evolutivas de las Asteráceas. Más recientemente, ha trabajado en el análisis cladístico de productos naturales complejos, desarrollando series de transformación a partir de los datos de las lactonas sesquiterpénicas (Seaman y Funk, 1983).

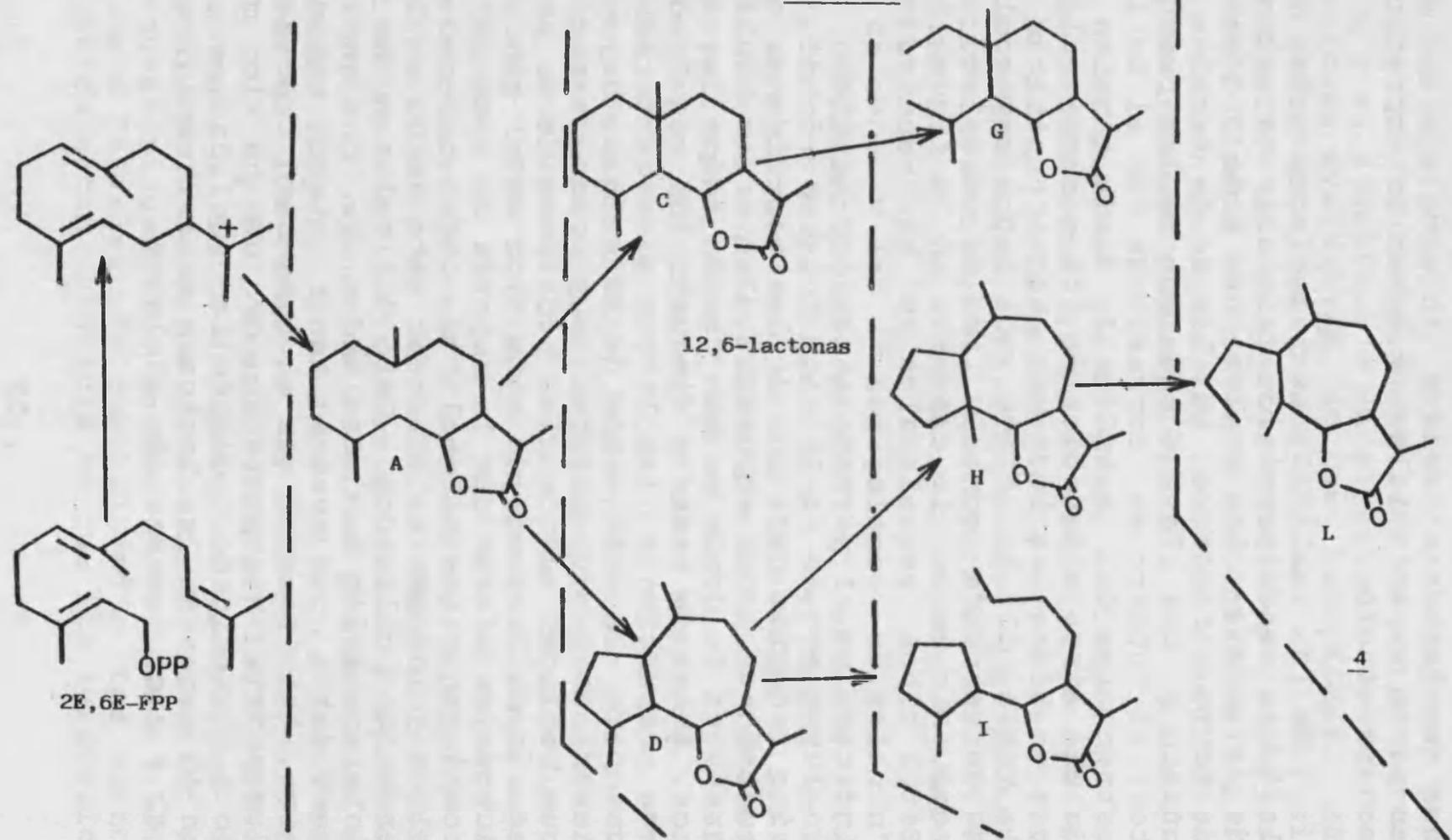
Se piensa que el éxito evolutivo de las Compuestas como grupo de plantas, se debe en gran parte a la presencia de estos metabolitos secundarios, ya que poseen una potente actividad biológica (Rodríguez et al, 1976; González et al, 1978b; Hoffmann y Rabe, 1985).

Volviendo al género en estudio, los Profesores R.G. Kelsey y F. Shafizadeh de la Universidad de Montana en Missoula, U.S.A., realizaron una detallada revisión de lactonas sesquiterpénicas y sistemática de *Artemisia* (Kelsey y Shafizadeh, 1979). Nosotros, tomando como base este trabajo y el de F.C. Seaman (Seaman, 1982), hemos realizado una revisión extensa de estos metabolitos en *Artemisia*, incluyendo la bibliografía integra hasta el año 1986 inclusive. En estos últimos años (1982/86) se ha casi triplicado el número de estructuras de estos compuestos aislados e identificados en artemisias. Para poder utilizarlos como caracteres químicos, proponemos la ruta biogénica de estos productos en el género (figura 13). Para ello nos hemos basado en los trabajos de W. Herz (Heywood et al, 1977) y F.C. Seaman (Seaman, 1982). Estos autores, a falta de estudios completos de biosíntesis de estos metabolitos, realizan un esquema biogénico basándose en lo que ellos llaman "niveles de complejidad". Los mismos autores hacen hincapié en que las agrupacio-

nes de lactonas basadas en este sistema son en parte superficiales, y deben interpretarse con precaución.

En la tabla 13 se relacionan todas las lactonas sesquiterpénicas aisladas de táxones de *Artemisia*, los cuales han sido ordenados de forma alfabética. En ella se da también un número y una clave a cada uno de los productos; el número se corresponde con el de las estructuras del apéndice 3, donde también se da una lista alfabética de los nombres vulgares de todas las lactonas sesquiterpénicas de la tabla 13; la clave, una letra mayúscula, se corresponde con el tipo de esqueleto del compuesto según lo expuesto en la figura 13. Estos tipos esqueléticos se han reunido en "niveles de complejidad" tal y como se ha indicado en el párrafo anterior. Asimismo, se incluyen en la tabla los lugares donde ha sido recogido cada uno de los especímenes estudiados y, por supuesto, las citas bibliográficas de donde se han tomado todos los datos. Antes de pasar a discutir los resultados que proporcionan las lactonas sesquiterpénicas para la ordenación de *Artemisia*, hay que hacer notar que existen muy pocos trabajos que reflejen evidencias negativas de la presencia de lactonas de este tipo en el género. Aunque es cierto que la mayoría de artemisias contienen estos metabolitos, otras carecen de ellos y no suele aparecer este hecho en los trabajos publicados. Esto dificulta mucho la interpretación de resultados, ya que enmascara datos que pueden tener interés taxonómico. Así, tenemos que el subgénero *Dracunculus* podría interpretarse como que ha sido muy poco investigado, cuando la realidad es que en él escasean las lactonas sesquiterpénicas, tal y como veremos más adelante.

**Figura 13** Supuestas vías biogénicas de las lactonas sesquiterpénicas de Artemisia



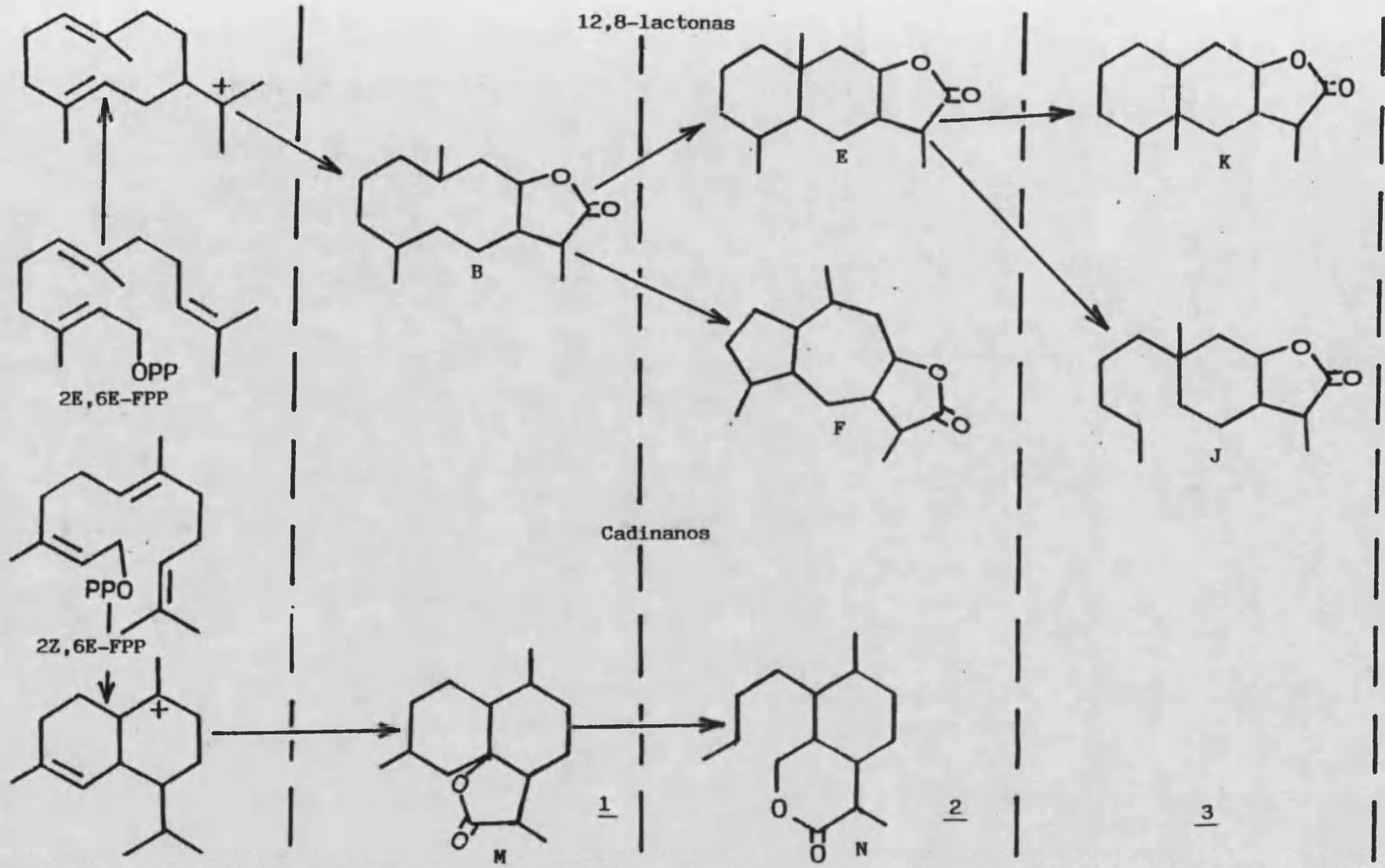


TABLA 13. Lactonas sesquiterpénicas aisladas de *Artemisia*.

Taxon	Procedencia	No.	Compuestos	Clave	Ref.	
<i>A. absinthium</i>	(?), Eurasia.	229	artabsina	D	258	
		255	absintina	D		
		259	anabsintina	D		
		37	cetopelenólido A	A		
		40	cetopelenólido B	A		
		36	hidroxipelenólido	A		
		255	absintina	D	394, 395	
		229	artabsina	D	43	
		225	matricina	D		
		260	anabsina	D	255	
		255	absintina	D		
		259	anabsintina	D		
		183	artemolina	D	256	
		Pullman, Whitman Co., Washington, USA (naturalizada).	229	artabsina	D	160
		Tashkent Oblast, Uzbek SSR, URSS.	229	artabsina	D	258
			14	artabina	A	
			97	arabsina	C	
		Golubac, Yugoslavia.	37	cetopelenólido A	A	127

*A.adamsii*

Bulgam, Rep. Pop.  
de Mongolia.

8	11 $\beta$ ,13-dihidrohanfillina	A	72
180	desacetoximatricarina	D	
211	11 $\beta$ ,13-dihidrokauniólido	D	
186	arborescina	D	
187	8 $\alpha$ -hidroxiarborescina	D	
188	2 $\alpha$ -hidroxiarborescina	D	
189	2 $\beta$ -hidroxiarborescina	D	
218	4 $\alpha$ -hidroperoxi-2,3-dehidro- 3,4-dihidroarborescina	D	
219	1 $\alpha$ -hidroxi-4 $\alpha$ -hidroperoxi- 11 $\beta$ H-guaya-2,10(14)- dien-6 $\alpha$ ,12-ólido	D	
228	3-hidroperoxi-4,5-dehidro- 3,4-dihidroarborescina	D	
227	3-hidroxi-4,5-dehidro- 3,4-dihidroarborescina	D	
184	3-oxo-4,5-dehidro- 3,4-dihidroarborescina	D	
194	3,4- $\alpha$ -epoxi-11 $\beta$ H-guayan- 10(14)-en-6 $\alpha$ ,12-ólido	D	
213	1 $\alpha$ -hidroxi-11 $\beta$ ,13-dihidro- kauniólido	D	
214	1 $\alpha$ -hidroxi-5 $\alpha$ ,11 $\beta$ H-guaya-3, 10(14)-dien-6 $\alpha$ ,12-ólido	D	

<i>A. alba</i>	Monte Pollino, Cs., Italia.	-	ausencia de lac. sesquiterp.	-	22
	Montañas Velebit, Karlobag, Croacia, Yugoslavia.	-	ausencia de lac. sesquiterp.	-	190
<i>A. amoena</i>	Kazakh SSR, URSS.	115	santonina	C	395
<i>A. anethifolia</i>	Tuva ASSR, SFSR rusa, URSS.	40	cetopelenólido B	A	395
<i>A. annua</i>	Belgrado, Yugoslavia.	268	arteannuina B	M	247
	(?), China.	263	qinhaosu	N	195
		270	qinhaosu I	M	449
		264	qinhaosu III	N	
		263	qinhaosu	N	496
		267	artemisilactona	M	498
		263	qinhaosu	N	441, 451
		271	ácido artemisico	M	
		268	arteannuina B	M	
		272	ácido epoxiarteannuínico	M	476
		271	ácido artemisico	M	268
		273	ácido artemisico metil éster	M	
		268	arteannuina B	M	125
	263	artemisinina	N		
	271	ácido artemisico	M		

	Sichnan, China.	266	qinhaosu IV	N	450,137
	Beijing, China.	271	ácido qinhao	M	
		267	qinhaosu V	M	
	India (cultivada).	263	artemisinina	N	329
		268	arteannuina B	M	
		269	arteannuina C	M	
	(?), Europa.	263	qinhaosu	N	373
	Virginia, Maryland, USA.	263	artemisinina	N	275,274, 4,98,99,
	Columbia, USA.	263	artemisinina	N	196,249,
	US National arboretrum, Washington DC, USA.	263	artemisinina	N	267,136, 497,358, 477,478
	Tejidos cultivados.	263	artemisinina	N	339
	Harper's Ferry, West Virginia, USA.	265	artemisiteno	N	3,5,
		263	artemisinina	N	299
		268	arteannuina B	M	
<i>A. anomala</i>	(?), China.	41	arteanomalactona	A	480
<i>A. arborescens</i>	(?), Eurasia.	186	arborescina	D	258
	Sasari, Cerdeña, Italia.	226	4-epimatricina	D	46,18,
		229	artabsina	D	47
		225	matricina	D	

<i>A. arbuscula</i> ssp. <i>arbuscula</i>	Grand Teton National Park, Wyoming, USA.	68	arbusculina A	C	237,239,
		52	arbusculina B	C	240
		58	arbusculina C	C	
		113	arbusculina D	C	
		117	arbusculina E	C	
	Badger Pass, Beaverhead Co., Montana, USA.	31	tatridina A	A	412,414,
		32	tatridina B	A	260
		46	badgerina	B	
		45	espiciformina	B	260
		44	desacetillaurenobiólido	B	
<i>A. arbuscula</i> ssp. <i>thermopola</i>	(?), USA.	68	arbusculina A	C	395
		52	arbusculina B	C	
		58	arbusculina C	C	
		113	arbusculina D	C	
<i>A. argentea</i>	Universidad de Assiut, Egipto.	186	arborescina	D	134,135
		48	argentiólido A	B	
		38	argentiólido B	A	
		39	desacetilargentiólido B	A	
		216	1 $\alpha$ -hidroxi-10 $\beta$ -etoxi-5 $\alpha$ ,11 $\beta$ H- guayan-3-en-6 $\alpha$ ,12-ólido	D	
		215	1 $\alpha$ ,10 $\beta$ -dihidroxi-5 $\alpha$ ,11 $\beta$ H- guayan-3-en-6 $\alpha$ ,12-ólido	D	
		183	artemolina	D	

<i>A. argyi</i>	(?), Eurasia.	158	crisartemina B	D	489	
		173	canina	D		
		21	isoridentina	A		
<i>A. ashurbajevii</i>	Chonkemine, Kirghiz SSR, URSS.	4	hanfillina	A	490	
		121	granilina	E		
		137	asrubina	E		491
		97	arabsina	C		
		150	rupicolina A	D		492
		153	rupicolina B	D		
		173	crisartemina A	D		
158	crisartemina B	D				
<i>A. assoana</i>	Puebla de Valverde, Teruel, España.	230	achillina	D	000	
		232	1,10 $\beta$ -epoxiachillina	D		
<i>A. austisca</i> (?)	(?), Eurasia.	-	lac. sesquiterp. (sin más datos en C.A.)	-	335	
<i>A. austriaca</i>	Poltava, Poltava Oblast, Ucrania SSR, URSS. Dzhezkazgan Oblast, Kazakh SSR, URSS.	179	desacetilmatricarina	D	258	
		115	santonina	C		

<i>A. balchanorum</i>	Moldavia SSR, URSS.	50	balchanina	C	258
		6	balchanólido	A	
		11	hidroxibalchanólido	A	
		47	isobalchanólido	B	
		2	8-hidroxicostunólido	A	
1	costunólido	A			
<i>A. barrelieri</i>	Granada, España.	75	taurina	C	465,2
		82	barrelina	C	
		80	1 $\beta$ -hidroxi-6 $\beta$ ,7 $\alpha$ ,11 $\beta$ H-eudesm-4-en-6 $\alpha$ ,12-ólido	C	
<i>A. bigelovii</i>	Show Low, Navajo Co., Arizona, USA.	174	arbiglovina	D	214,258
<i>A. brevifolia</i>	(?)	93	$\alpha$ -santonina	C	252
<i>A. caerulescens</i>	Mar Adriático, Europa Central.	93	$\alpha$ -santonina	C	258
		106	$\beta$ -santonina	C	
		88	artemina	C	
	115	santonina	C		
	Kasukabe, Japón (cultivada, originaria de Yugoslavia).				

<i>A. caerulescens</i>	Mar Adriático, Italia.	75	taurina	C	81
<i>ssp. cretacea</i>	Jardín Botánico de	78	1,11-bis-epiartesina	C	193
	Siena, Italia.	101	lumisantoinina	C	
		80	11-epiartesina	C	
		93	$\alpha$ -santonina	C	
		104	arsubina	C	
		103	11-epitaurina	C	
<i>A. caerulescens</i>	Aldeamayor de San	106	$\beta$ -santonina	C	382
<i>ssp gallica</i>	Martín, Valladolid,	102	artesina	C	
	España.	105	artegallina	C	
		104	arsubina	C	
<i>A. californica</i>	Malibu, LA Co.,	69	artecalina	C	162
	California, USA.				
<i>A. camphorata</i>	(?), Irán.	115	santonina	C	258
<i>A. cana</i>	Kazakh SSR, URSS.	115	santonina	C	32
<i>A. cana ssp. cana</i>	Albany Co.,	179	desacetilmatricarina	D	29, 289,
	Wyoming USA.	178	matricarina	D	244
		173	canina	D	
		17	ridentina	A	
		171	artecanina	D	

	Laurel, Yellowstone	179	desacetilmatricarina	D	29
	Co., Montana, USA.	173	canina	D	
		171	artecanina	D	
		19	artevasina	A	
<i>A. cana ssp.</i>	Eureka Basin y Beaver	180	desacetoximatricarina	D	413
<i>viscidula</i>	Creek, Beaverhead	191	viscidulina A	D	
	Co., Montana, USA.	192	viscidulina B	D	
		193	viscidulina C	D	
	Laramie, Albany Co.,	68	arbusculina A	C	395
	Wyoming, USA.	52	arbusculina B	C	
		58	arbusculina C	C	
<i>A. canariensis</i>	Mesa Mota, Tenerife,	82	tauremisina	C	165
	España.	81	tabarina	C	
		84	acetiltabarina	C	173
		85	4-epivulgarina	C	
		70	11,13-dihidrosantamarina	C	
		90	11,13-dihidroreinosina	C	
		82	vulgarina	C	
		81	tabarina	C	
		42	heliangolidina	A	79

<i>A. carruthii</i>	Graham Mountain, Graham Co., Arizona, USA.	225	matricina	D	424
	(?), USA.	162	ludartina	D	258
		199	11,13-dihidroludartina	D	
<i>A. caruifolia</i>	Jangimukh, Sibsagu, Assam, India.	-	ausencia de lac. sesquiterp.	-	40
<i>A. caucasica</i>	Gelendzhik, Krasnodar Oblast, SFSR rusa, URSS.	231 173 179 173	grossmisina canina desacetilmatricarina rutifolina	D D D D	395,258
<i>A. cina</i> Berg. ex Poljak.	(?), Eurasia. Chimkent Oblast, Kazakh SSR, URSS.	115 94 93 106 111 247	santonina artemisina $\alpha$ -santonina $\beta$ -santonina $\psi$ -santonina temisina	C C C C C G	258 395,115, 116,24
<i>A. cina</i> (Berg.) Willkomm	(?), Irán.	115	santonina	C	258
<i>A. cina</i> var. <i>mogoltavica</i>	Leninabad Oblast, Tadzhik SSR, URSS.	115	santonina	C	258

<i>A. compacta</i>	Kirgiz SSR, URSS.	93	$\alpha$ -santonina	C	258
	Kosh-Agach, Gormo	106	$\beta$ -santonina	C	
	Altai A.O., SFSR rusa, URSS.				
	(?), URSS.	106	$\beta$ -santonina	C	258,133
<i>A. copa</i>	Socompa, Salta,	230	achillina	D	119
	Argentina.	180	desacetoximatricarina	D	
<i>A. diffusa</i>	(?), URSS.	-	ausencia de lac. sesquiterp., anteriormente descritas en este taxon.	-	436
<i>A. douglasiana</i>	Los Angeles Oeste, California, USA.		Recolección de primavera:		
		64	arglanina	C	315,316
		49	douglanina	C	
		62	ludovicina B	C	
			Recolección de otoño:		
		163	arteglasina A	D	290
164	arteglasina B	D			

California, USA.	274	artedouglasiólido	-	70
Corvallis, Oregon,	159	8-desoxicumambrina B	D	246
USA.	160	8 $\alpha$ -propioniloxi-tanapartina- $\alpha$ -peróxido	D	
	212	8 $\alpha$ -acetoxi-11 $\beta$ ,13-dihidro- kauniólido	D	
	211	11 $\beta$ ,13-dihidrokauniólido	D	
	1	costunólido	A	
	5	novanina	A	
	9	balchanólido acetato	A	
	204	8 $\alpha$ -isobutiroiloxi-dihidro- ludartina	D	
	205	8 $\alpha$ -isovaleroiloxi-dihidro- ludartina	D	
	206	8 $\alpha$ -metilbutiroiloxi-dihidro- ludartina	D	
	207	8 $\alpha$ -tigloiloxi-dihidro- ludartina	D	
	208	8 $\alpha$ -propioniloxi-dihidro- ludartina	D	
	209	8 $\alpha$ -acetoxi-dihidroludartina	D	
	195	8-O-isobutiroil-dihidro- cumambrina B	D	
	196	8-O-isovaleroil-dihidro- cumambrina B	D	
	197	8-O-metilbutiroil-dihidro- cumambrina B	D	

198	8-O-tigloil-dihidro- cumambrina B	D
200	8-O-isobutiroil-viscidulina	C D
201	8-O-isovaleroil-viscidulina	C D
202	8-O-metilbutiroil-viscidu- lina C	D
203	8-O-tigloil-viscidulina	C D
220	8 $\alpha$ -isobutiroiloxi-11 $\beta$ ,13- dihidrotanapartina- $\alpha$ -peróxido	D
221	8 $\alpha$ -isovaleroiloxi-11 $\beta$ ,13- dihidrotanapartina- $\alpha$ -peróxido	D
222	8 $\alpha$ -metilbutiroiloxi-11 $\beta$ ,13- dihidrotanapartina- $\alpha$ -peróxido	D
223	8 $\alpha$ -tigloiloxi-11 $\beta$ ,13- dihidrotanapartina- $\alpha$ -peróxido	D
224	8 $\alpha$ -propioniloxi-11 $\beta$ ,13- dihidrotanapartina- $\alpha$ -peróxido	D

<i>A. dracunculoides</i>	Forestdale, Navajo Co., Arizona, USA. Chiricahua Mountains, Cochise Co., Arizona, USA.	144	8-hidroxiarbiglobina	D	217
		-	ausencia de lac. sesquiterp.	-	217
<i>A. feddei</i>	Kochi, Japón.	49	douglanina	C	319
		134	meridianona	E	
		50	santamarina	C	
		172	yomogiartemina	D	279
		134	meridianona	E	320, 321
		172	yomogiartemina	D	
	Tohoku, Japón.	119	yomogina	E	
		120	himeyosina	E	338
		119	yomogina	E	
<i>A. filifolia</i>	Willcox, Cochise Co., Arizona, USA.	95	colartina	C	445
<i>A. finita</i>	Lago Dalai Nor, lado oeste, China.	106	$\beta$ -santonina	C	116, 257
		112	finitina	C	

<i>A. fragrans</i>	Divichi, Azerbaijan	93	$\alpha$ -santonina	C	258
	SSR, URSS.	82	tauremisina	C	
	Shemakha, Azerbaijan	88	artemina	C	
	SSR, URSS.	82	tauremisina	C	
		104	arubina	C	
		75	taurina	C	
		-	estereoisómero de erivanina	C	
	(?), Eurasia.	115	santonina	C	
		73	alkanina	C	402
		30	sonachalina A	A	408
		91	artapsina	C	149,405
		114	sonachalina B	C	409
		238	jeiranbatanolido	D	406
		15	sonachalina C	A	410
	Ankara, Turquía.	115	santonina	C	198
<i>A. fragrans</i> var. <i>erivanica</i>	Nakhichevan ASSR, Azerbaijan SSR, URSS.	89	erivanina	C	258,143
<i>A. franserioides</i>	Greer, Apache Co., Arizona, USA.	176	artefransina	C	288

<i>A. frigida</i>	Fargo, North Dakota, USA.	233	1,10 $\beta$ -epoxi-8 $\alpha$ -hidroxi- achillina	D	294,446		
		241	anhidrogrossmisina	F			
		173	canina	D			
		171	artecanina	D			
		17	ridentina	A			
		231	8 $\alpha$ -hidroxiachillina	D			
		Valle Kerulen, TŮw Aimak, Rep. Pop. de Mongolia.	4	hanfillina		A	73
			144	11,13-dehidrodesacetil- matricarina		D	
			159	8-desoxicumambrina B		D	
			161	tanapartina- $\alpha$ -peróxido		D	
<i>A. genipi</i>	Jardin Botánico Alpino Paradisia, Italia.	1	costunólido	A	19		
		22	dehidroartemorina	A			
		50	santamarina	C			
		61	reinosina	C			
		16	artemorina	A			
<i>A. glabella</i>	Kazakhstan SSR, URRS.	177	arglabina	D	250,8,9		
		149	glabellina	D			
		178	matricarina	D			
<i>A. glauca</i>	Bulgan Aimak, Orchon, Rep. Pop. de Mongolia.	-	ausencia de lac. sesquiterp.	-	231		

<i>A. gmelinii</i>	Jardín Botánico de la Universidad de Viena, Austria (originaria de Vladivostok, URSS).	151	1 $\alpha$ -peroxi-1-desoxirupicolina A	D	193	
		155	1 $\alpha$ -peroxi-1-desoxirupicolina B	D		
		152	rupicolina A acetato	D		
		154	rupicolina B acetato	D		
		156	zuurbergenina	D		
<i>A. gracilescens</i>	Kazakhstan SSR, URSS.	82	tauremisina	C	10,7	
		94	artemisina	C		
		93	$\alpha$ -santonina	C		
<i>A. granatensis</i>	Granada, España.	82	tauremisina	C	166	
		76	1-oxo-6 $\beta$ ,7 $\alpha$ ,11 $\beta$ H-eudesm-4-en-6,12- $\delta$ lido	C		
		77	1-hidroxi-6 $\beta$ ,7 $\alpha$ ,11 $\beta$ H-eudesm-4-en-6,12- $\delta$ lido	C		
	(?), URSS.	75	taurina	C		403
<i>A. halophila</i>	Syrdar ya Oblast, Uzbek SSR, URSS.	93	$\alpha$ -santonina	C	23	
		88	artemina	C		
<i>A. hanseniana</i>	(?), URSS.	88	artemina	C	411	
		137	asrubina	E		
		75	taurina	C		

<i>A.hanseniana</i> var. <i>phylostachus</i>	(?), URSS.	116	desoxi- $\psi$ -santonina	C	166	
<i>A.herba alba</i>	Sde Boker, Israel.	7	herbólido A	A	398	
		12	herbólido B	A		
		13	herbólido C	A		
			-	ausencia de lac. sesquiterp.	-	399
	Ras El-Hikmal, Egipto.	93	$\alpha$ -santonina	C	263	
	Santa Catherina Mountain, Desierto del	35	3-oxo-11-epitatridina D	A	176,494	
	Sinal, Israel.	28	11-epigallicina	A		
		34	11-epitatridina D	A		
	Mizpe Ramon, Israel.	7	herbólido A	A	399	
		12	herbólido B	A		
		13	herbólido C	A		
		24	herbólido D	S		
		10	desacetilherbólido A	A		
	Elat, Israel.	-	ausencia de lac. sesquiterp.	-	399	
	Ein-El-Fawar, Desierto de Judea, Israel.	74	herbólido E	C	401	
		25	herbólido F	A		
		71	herbólido G	C		
		26	herbólido H	A		
		92	herbólido I	C		
	Noreste de Hebrón, Desierto de Judea, Israel.	74	herbólido E	C	400	
25		herbólido F	A			

<i>A. herba alba</i> <i>ssp. valentina</i>	Montserrat, Valencia, España.	79	torrentina	C	124
		90	dihidroreinosina	C	
		93	$\alpha$ -santonina	C	
<i>A. hybrida</i>	(?), Europa.	106	$\beta$ -santonina	C	258
<i>A. incana</i> Druce	(?), Eurasia.	93	$\alpha$ -santonina	C	485
<i>A. incana</i> Keller	(?), Eurasia.	179	desacetilmatricarina	D	395
		96	mibulactona	C	
<i>A. incana</i> L.	Caucaso, URSS.	82	tauremisina	C	258
<i>A. incanescens</i>	Arcos de las Salinas, Teruel, España.	-	ausencia de lac. sesquiterp.	-	37
<i>A. inculata</i>	Abha, Arabia Saudi.	70	dihidrosantamarina	C	266
<i>A. iwayomogi</i>	Jardín Botánico de la Universidad de Viena, Austria.	124	isotelekina	E	193
		129	eudesman-3,11-dien-12,8 $\beta$ - ólido	E	
		125	2 $\alpha$ -peroxiisoalantolactona	E	
		126	3 $\alpha$ ,5 $\alpha$ -dihidroxiisoalan- tolactona	E	
		127	3 $\alpha$ -peroxi-5 $\alpha$ -hidroxiiso- alantolactona	E	

		128	3 $\alpha$ -peroxi-5 $\beta$ -hidroxiiso- alantolactona	E	
		132	3 $\alpha$ -peroxieudesma-4,11-dien- 12,8 $\beta$ -ólido	E	
		131	3 $\alpha$ -hidroxieudesma-4,11-dien- 12,8 $\beta$ -ólido	E	
		133	3-oxoeudesma-4,11-dien- 12,8 $\beta$ -ólido	E	
		135	3 $\alpha$ -hidroxi-4 $\alpha$ ,5 $\alpha$ -epoxieudesm- 11-en-12,8 $\beta$ -ólido	E	
		136	3 $\beta$ -hidroxi-4 $\alpha$ ,5 $\alpha$ -epoxieudesm- 11-en-12,8 $\beta$ -ólido	E	
		130	4 $\alpha$ -peroxieudesma-2,11-dien- 12,8 $\beta$ -ólido	E	
<i>A. jacutica</i>	Ytyk-Kel, Yakut ASSR, URSS.	186	sieversinina	D	48
		40	cetopelenólido B	A	
<i>A. judaica</i>	Desierto de Egipto, Egipto.	82	tauremisina	C	258,264
	Wadi Hof, Egipto.	82	vulgarina	C	328,2
		83	4- $\alpha$ -hidroperoxi-desoxi- vulgarina	C	
		85	4-epivulgarina	C	

<i>A. juncea</i>	Ucharal, Taldy Kurgan	115	santonina	C	258
	Oblast, Kazakh SSR, URSS.	179	desacetilmatricarina	D	
<i>A. juncea</i> var. <i>macrosciadia</i>	Alma Ata Oblast,	115	santonina	C	258
	Kazakh SSR, URSS.				
<i>A. kemrudica</i>	Chardzhou Oblast,	88	artemina	C	258
	Turkman SSR, URSS.				
<i>A. klotzchiana</i>	San Roberto, Nuevo León, México.	179	desacetilmatricarina	D	129
	Actopán, Hidalgo, México.	179	desacetilmatricarina	D	369,215
		173	crisartemina A	D	
		178	matricarina	D	
	Pachuca, Hidalgo, México.	179	desacetilmatricarina	D	314
		173	crisartemina A	D	
		178	matricarina	D	
		4	hanfillina	A	
	17	ridentina	A		
	167	cloroklotzchina	D		
<i>A. koidzumii</i>	Jardin Botánico de Vladivostok, URSS.	-	ausencia de lac. sesquiterp.	-	64

<i>A.kurramensis</i>	Originaria de Pakistán o Afganistán.	93	$\alpha$ -santonina	C	395,258	
		106	$\beta$ -santonina	C		
		101	lumisantonina	C		
		1	costunólido	A		
<i>A.laciniata</i>	Chutag, Bulgan Aimak, Rep. Pop. de Mongolia.	161	tanapartina- $\alpha$ -peróxido	D	232	
		253	seco-tanapartólido A	I		
		252	seco-tanapartólido B	I		
		142	ác. eremofil-9,11-dien-12-oico	K		
<i>A.lagocephala</i>	(?), URSS.	230	achillina	D	363	
<i>A.lanata</i>	Algora, Guadalajara, España.	230	achillina	D	168,446,	
		231	8 $\alpha$ -hidroxiachillina	D		174b
		232	1,10 $\beta$ -epoxiachillina	D		
		233	1,10 $\beta$ -epoxi-8 $\alpha$ -hidroxiachillina	D		
		29	11-epidihidroridentina	A	365	
		243	6- $\alpha$ -acetilferulidina	F		
		170	arlanatina	D		
		242	carmenina	F		
		169	andalucina	D		
		17	ridentina	A		
		27	11,13-dihidroridentina	A		
		179	desacetilmatricarina	D		
		241	anhidrogrossmisina	F		

<i>A. latifolia</i>	(?), URSS.	217	arlatina	D	12
<i>A. lerceana</i>	Volgograd Oblast, SFSR rusa, URSS.	179	desacetilmatricarina	D	378
		115	santonina	C	
<i>A. lerceana</i> var. <i>dahurica</i>	(?), URSS.	115	santonina	C	395
<i>A. leucodes</i>	Alma Ata, Alma ata Oblast, Kazakh SSR, URSS.	179	desacetilmatricarina	D	258
		180	desacetoximatricarina	D	
		115	santonina	C	
		180	desacetoximatricarina	D	
	(?), URSS.	178	matricarina	D	385
		180	leucomisina	D	386
		179	austricina	D	
		245	parisina B	2	
		181	parisina C	D	
		244	anhidroaustricina	F	
		179	austricina	D	384
		180	leucomisina	D	
		245	parisina B	2	
		181	parisina C	D	
		262	arteleina	D	305
		182	artelina	D	387

<i>A. ludoviciana</i>	Punta de la Loma, Nuevo León, México.	230	achillina	D	129
	Salt Lake City, Utah, USA.	138	antemidina	E	140
<i>A. ludoviciana</i> <i>ssp. albula</i>	(?), USA.	51	ludalbina	C	159
<i>A. ludoviciana</i>	Eagar, Apache Co.,	49	douglanina	C	287
<i>ssp. mexicana</i>	Arizona, USA.	67	ludovicina A	C	
		62	ludovicina B	C	
		55	ludovicina C	C	
		-	ludovicina D (identificación parcial)	2	
<i>A. ludoviciana</i> <i>var. ludoviciana</i>	Manhattan, Kansas, USA.	144	11,13-dehidrodesacetil- matricarina	D	347
		230	achillina	D	
		181	parisina C	D	
		171	crisartemina B	D	
		82	vulgarina	C	
<i>A. macrocephala</i>	(?), URSS.	94	artemisina	C	485

<i>A.maritima</i>	(?), Eurasia.	94	artemisina	C	395,258		
		88	artemina (= mibulactona ?)	C			
		108	11-oxisantonia	C			
		111	$\psi$ -santonina	C			
		109	desmotroposantonina	-			
		247	temisina	G			
		93	$\alpha$ -santonina	C			
		106	$\beta$ -santonina	C			
		116	desoxi- -santonina	C			
		(?)	115	santonina		C	44
		<i>A.maritima</i> <i>ssp. gallica</i>	Cabo Corbera, Valencia, España.	88		artemina	C
23	gallicina			A	172		
80	1 $\beta$ -hidroxi-6 $\beta$ ,7 $\alpha$ ,11 $\beta$ H-eudesm- 4-en-6,12- $\delta$ lido			C			
76	1-oxo-6 $\beta$ ,7 $\alpha$ ,11 $\beta$ H-eudesm- 4-en-6,12- $\delta$ lido			C			
82	vulgarina			C			
86	maritimina			C			
<i>A.maritima</i> var. <i>boschniakiana</i>	Dnepropetrovsk Oblast, Ukran SSR, URSS.	106	$\beta$ -santonina	C	378		
<i>A.maritima</i> var. <i>monogyna</i>	(?), URSS.	101	lumisantonia	C	395		
		115	santonina	C			

<i>A.maritima</i> var. <i>monogyna</i>	(?), URSS.	93	$\alpha$ -santonina	C	395
<i>A.mexicana</i>	Ciudad de México, México.	165	estafiatina	D	390
		165	estafiatina	D	369
		173	crisartemina A	D	
		64	arglanina	C	
		49	douglanina	C	
		16	artemorina	A	368
		110	armexina	C	
	Nuevo México, USA.	115	santonina	C	258
<i>A.mexicana</i> var. <i>angustifolia</i>	Actopán, Hidalgo, México.	3	tulipinólido	A	371
		64	arglanina	C	
		65	artemexifolina	C	
		56	armexifolina	C	
	Pachuca, Hidalgo, México.	64	arglanina	C	313
		65	artemexifolina	C	
		51	ludalbina	C	
		50	santamarina	C	
		57	8 $\alpha$ -acetoximexifolina	C	
		66	$\alpha$ -epoxiludalbina	C	
		54	armefolina	C	
<i>A.meyeriana</i> var. <i>divaricata</i>	(?)	93	$\alpha$ -santonina	C	150

<i>A. mogoltavica</i>	(?)	93	$\alpha$ -santonina	C	150
<i>A. molinieu</i>	(?), Europa.	-	ausencia de lac.sesquiterp.	-	63
<i>A. monogyna</i>	(?), Eurasia.	107	monoginina	C	395,258
		65	artemina	C	
		101	lumisantonina	C	
		106	$\beta$ -santonina	C	
<i>A. montana</i>	(?), Japón.	234	yamayomoginina	D	317
		172	yomogiartemina	D	
		119	yomogina	D	
	Tohoku, Japón.	145	montanona	D	338
		119	yomogina	D	
<i>A. neomexicana</i> Greene ex Rydb.	(?)	93	santonina	C	395
<i>A. neomexicana</i> Woot	Nuevo México, USA.	115	santonina	C	395
<i>A. nova</i>	Laramie, Albany Co., Wyoming, USA.	158	cumambrina A	D	238,241
		157	cumambrina B	D	
		159	8-desoxicumambrina B	D	
	Suroeste de Montana, USA.	5	novanina	A	258
		158	cumambrina A	D	
		157	cumambrina B	D	

<i>A. palustris</i>	Töw Aimak, Lun, Rep. Pop. de Mongolia.	-	ausencia de lac. sesquiterp.	-	231
	Töw Aimak, Chentej, Rep. Pop. de Mongolia.	-	ausencia de lac. sesquiterp.	-	232
<i>A. pauciflora</i>	Kazakh SSR, URSS.	93	$\alpha$ -santonina	C	252, 250,
		100	artepaulina	C	11
<i>A. pectinata</i>	(?), Rep. Pop. de Mongolia.	142	ác. eremofil-9,11(13)-dien- 12-oico	K	334, 308,
		141	eremofil-9,11(13)-dien- 12,8 $\beta$ -ólido	K	74
		140	ác. 8 $\alpha$ -hidroxieudesma-4, 11(13)-dien-12-oico	E	
		139	ác. 8 $\alpha$ -acetoxieudesma-4, 11(13)-dien-12-oico	E	
<i>A. princeps</i>	Honshu, Japón.	119	yomogina	E	154, 322, 308, 25
<i>A. ramosa</i>	Roca Negra-Barranco de Maspalomas, Gran Canaria, España.	112	finitina	C	167
		93	$\alpha$ -santonina	C	
<i>A. rehan</i>	Addis Ababa, Etiopía.	82	vulgarina	C	2

<i>A. rothrockii</i>	Blind Bull Creek, Lincoln Co., Wyoming, USA.	68	arbusculina A	C	239,83
		58	arbusculina C	C	
		53	rotina B	C	
		59	rotina A	C	
<i>A. rupestris</i>	(?), Eurasia.	246	ác. rupéstrico	2	298
<i>A. rutifolia</i>	Asia Central, zona del Turkestán, URSS. Chögnö Tarua Uul (Zezerleg), Bulgan Aimak, Rep. Pop. de Mongolia.	173	canina	D	258
		173	rutifolina (= canina)	D	
		143	dehidroleucodina	D	232
		168	artecaninahidrato	D	
		161	tanapartina- $\alpha$ -peróxido	D	
		251	iso-secotanapartólido	I	
		5	novanina	A	
		254	bis-secotanapartólido	I	
		4	hanfillina	A	
		14	artabina	A	
		253	seco-tanapartólido A	I	
		252	seco-tanapartólido B	I	
173	canina	D			
171	artecanina	D			
<i>A. salina</i>	(?), Europa.	106	$\beta$ -santonina	C	258
<i>A. santolina</i>	Kara Kum, Chardzhou Oblast, Turkmen SSR, URSS.	98	arsanina	C	258
		99	arsantina	C	
		102	artestina	C	

<i>A. santolinifolia</i>	Jardín Botánico de Dushanbe, Horog, URSS.	-	ausencia de lac. sesquiterp.	-	193
	(?), Rep. Pop. de Mongolia.	-	ausencia de lac. sesquiterp.	-	36
<i>A. santonica</i>	(?), URSS.	93	$\alpha$ -santonina	C	407
		94	artemisina	C	
<i>A. schischkinii</i>	Valle Kerulen, Mōngōn-wort Somon, Tōw Aimak, Rep. Pop. de Mongolia.	186	arborescina	D	232
<i>A. schmidtiana</i>	Sapporo, Japón.	16	artemorina	A	246
		1	costunólido	A	
		61	reinosina	C	
		22	anhidroverlоторina	A	
<i>A. schrenkiana</i>	(?), URSS.	93	$\alpha$ -santonina	C	363
		106	$\beta$ -santonina	C	
<i>A. sericea</i>	(?), URSS.	179	austričina	D	6
<i>A. serotina</i>	Chayan, Chimkent y Alma Ata Oblast, Kazakh SSR, URSS.	106	$\beta$ -santonina	C	378

<i>A. sibirica</i>	(?)	179	desacetylmatricarina	D	150	
<i>A. sieversiana</i>	(?), URSS.	229	artabsina	D	258	
		255	absintina	D		
		186	sieversinina	D	343	
		16	artemorina	A	455	
		255	absintina	D		
		Talas, Talas Oblast,	240	sieversina	D	258
		Kirgiz SSR, URSS.	190	globicina	D	
		30 km este de Chuntag,	43	11 $\alpha$ ,13-dihidro-4-Z-hanfillina	A	73
		Bulgan Aimak, Rep.	236	11 $\alpha$ ,13-dihidroestafiatina	D	
		Pop. de Mongolia.	237	2 $\beta$ -hidroxi-1,8-didesoxi-11 $\alpha$ ,		
				13-dihidrorupicolina B	D	
			235	2,3- $\alpha$ -epoxi-11 $\alpha$ ,13-dihidro-		
				dehidrocostuslactona	D	
			261	artesieversina	D	
			162	ludartina	D	
			255	absintina	D	
	256	11-epiabsintina	D			
	257	10',11'-epiabsintina	D			
	258	11,10',11'-epiabsintina	D			
	259	anabsintina	D			
<i>A. specigera</i>	(?), URSS.	93	$\alpha$ -santonina	C	1	
		106	$\beta$ -santonina	C		

<i>A. spicata</i>	Piamonte, Italia.	50	santamarina	C	341,370
<i>A. stelleriana</i>	(?)	72	1,2-dihidrosantonina	C	39
	Jardín Botánico de Berlín, Alemania.	-	ausencia de lac. sesquiterp.	-	232
<i>A. sublessingiana</i>	(?), URSS.	104	arsubina	C	437,258
<i>A. sublessingiana</i> var. <i>gorjaevii</i>	Taldy Kurgan Oblast, Kazakh SSR, URSS.	115	santonina	C	258
<i>A. szowitziana</i>	(?), URSS.	93	$\alpha$ -santonina	C	258
		93	$\alpha$ -santonina	C	404
		94	artemisina	C	
<i>A. taurica</i>	Chechen-Ingush, Daghestan, Kalmyk y Stavropol ASSR, URSS.	82	tauremisina	C	258
		88	artemina	C	
		75	taurina	C	
	Crimea Oblast, Ukran SSR, URSS.	82	tauremisina	C	395
	(?), URSS.	104	arsubina	C	395
<i>A. tenuisecta</i>	Tashkent Oblast, Uzbek SSR, URSS.	93	$\alpha$ -santonina	C	253
		88	artemina	C	
<i>A. tenuisecta</i> var. <i>glaucina</i>	Kulyab Oblast, Tadzhik SSR, URSS.	115	santonina	C	258

<i>A. tenuisecta</i> var. <i>karataviensis</i>	Kazakh SSR, URSS.	115	santonina	C	258
<i>A. terrae-albae</i> ssp. <i>kurdaica</i>	(?), URSS.	115	santonina	C	258
<i>A. tilesii</i>	Unalakleet, Beringia, Alaska, USA.	179	desacetylmatricarina	D	215
		178	matricarina	D	
		239	artilesina B	D	
	Palmer, Cook Inlet, Alaska, USA.	178	matricarina	D	215
<i>A. transiliensis</i>	Alma Ata Oblast, Kazakh SSR, URSS.	93	$\alpha$ -santonina	C	258
<i>A. transiliensis</i> var. <i>boamensis</i>	Issyk Kul Oblast Kirgiz SSR, URSS.	115	santonina	C	258
<i>A. tridentata</i> ssp. <i>tridentata</i>	Valyermo y Soledad Canyon, LA Co., California, USA.	180	desacetoximatricarina	D	161,258
	Jardin Botánico del Rancho Santa Ana, Claremont, LA Co., California, USA.	17	tridentina	A	
		18	dentatina B	A	
		31	tatridina A	A	
		32	tatridina B	A	
		33	tatridina C	A	
		60	dentatina A	C	

	Perma, Sanders Co., Montana, USA.	179	desacetilmatricarina	D	416
<i>A. tridentata</i> <i>ssp. tridentata</i> <i>f. parisii</i>	Piru, Ventura Co., California, USA.	180	desacetoximatricarina	D	236
		17	ridentina	A	
		148	parisina A	D	
		245	parisina B	2	
		181	parisina C	D	
		185	dihidroparisina A (= lactona isofotosantónica)	D	
	Sangus, LA Co., California, USA.	180	desacetoximatricarina	D	244
		17	ridentina	A	
<i>A. tridentata</i> <i>ssp. vaseyana</i>	Pole Mountain, Albany Co., Wyoming, USA. Grass Valley, Missoula Co., Montana, USA. Sage Creek, Beaverhead Co., Montana, USA. Happy Jack, Albany Co., Wyoming, USA. Hot Springs, Sanders Co., Montana, USA.	17	ridentina	A	236
		68	arbusculina A	C	416
		52	arbusculina B	C	
		58	arbusculina C	C	
		19	artevasina	A	30
		143	dehidroleucodina	D	
		20	artevasina	A	27
		68	arbusculina A	C	260, 261
		52	arbusculina B	C	
		58	arbusculina C	C	
		53	rotina A	C	
		59	rotina B	C	

<i>A. tridentata</i>	Red Rock Lakes,	31	tatridina A	A	412,414
<i>ssp. vaseyana</i>	Beaverhead Co.,	32	tatridina B	A	
<i>f. spiciformis</i>	Montana, USA.	46	badgerina	B	
		45	espiciformina	B	
		44	desacetillaurenobiólido	B	
<i>A. tridentata</i>	Acton, Yellowstone	70	W-A	C	416
<i>ssp. wyomingensis</i>	Co., Montana, USA.	87	W-B	C	
<i>A. tripartita</i>	Pole Mountain, Albany	69	artecalina	C	162,244,
<i>ssp. rupicola</i>	Co., Wyoming, USA.	17	ridentina A	A	236,237,
		63	ridentina B	C	238,242,
		158	cumambrina A	D	243
		157	cumambrina B	D	
		166	3,4-epoxicumambrina B	D	
		150	rupicolina A	D	
		153	rupicolina B	D	
		174	rupina A	D	
		175	rupina B	D	
		95	colartina	C	

<i>A. tripartita</i> <i>ssp. tripartita</i>	Jackson, Teton Co.,	180	desacetoximatricarina	D	236
	Wyoming, USA.	17	ridentina	A	
	Dillon, Beaverhead	179	desacetilmatricarina	D	417
	Co., Montana, USA.	178	matricarina	D	
	Ovando, Powell Co.,	230	achillina	D	417
	Montana, USA.	173	canina	D	
		19	artevasina	A	
		63	ridentina B	C	
<i>A. turanica</i> <i>var. diffusa</i>	Tashkent, Tashkent	115	santonina	C	395
	Oblast, Uzbek SSR, URSS.				
<i>A. umbelliformis</i>	Valle D'Aosta, Italia.	248	umbellifólido	J	20,21
		122	5-desoxi-5-hidroperoxi- telekina	E	
		123	5-desoxi-5-hidroperoxi-5-epi- telekina	E	
	Valgrisanche, Aosta, Italia.	1	costunólido	A	
		16	artemorina	A	
		50	santamarina	C	
		61	reinosina	C	
		122	5-desoxi-5-hidroperoxi- telekina	E	
		123	5-desoxi-5-hidroperoxi-5-epi- telekina	E	
		248	umbellifólido	J	

	Sur de Piedmont, Italia.	16	artemorina	A	
		122	5-desoxi-5-hidroperoxi- telekina	E	
		123	5-desoxi-5-hidroperoxi-5-epi- telekina	E	
		248	umbellifólido	J	
<i>A. verlotorum</i>	Milbertshofen, Alemania y Tessin, Suiza.	16	artemorina	A	155,157,
		20	verlotorina	A	158
		22	anhidroverlotorina	A	
	Nunawading, Australia (naturalizada).	82	tauremisina	C	
<i>A. vulgaris</i>	Victoria, Australia.	82	tauremisina	C	156
	Belgrado, Yugoslavia.	249	psilostachiina	L	258
		250	psilostachiina C	L	
<i>A. wrightii</i>	Nuevo México, USA.	115	santonina	C	258

<i>A.xanthochroa</i>	Aimak, Bulgan, Rep.	143	dehidroleucodina	D	232
	Pop. de Mongolia.	168	artecanina hidrato	D	
		252	seco-tanapartólido B	I	
		251	iso-seco-tanapartólido	I	
		253	seco-tanapartólido A	I	
		146	5 $\beta$ ,10 $\alpha$ -dihidroxi-1 $\alpha$ H-dehidro- leucodina	D	
		4	hanfillina	A	
		173	canina	D	
		171	artecanina	D	
		50	balchanina	C	

El subgénero *Artemisia* produce las lactonas sesquiterpénicas más avanzadas biosintéticamente y con mayor diversidad de estructuras de todo el género (tabla 14). Los compuestos más avanzados son los psilostachianólidos aislados de *A. vulgaris*, un miembro de la sección *Vulgares* recogido en Yugoslavia. Esto es interesante, ya que se supone a los ambrosanólidos como precursores de los psilostachianólidos, pero aquellos no han sido nunca aislados de *Artemisia*. La mayor parte de las especies de la sección *Vulgares* son del Nuevo Mundo, y en ellas predominan los eudesmanólidos y guayanólidos. Una población de *A. douglasiana* recogida en Los Angeles, California, U.S.A., mostró contener en primavera una serie de eudesmanólidos que son reemplazados por guayanólidos en el crecimiento otoñal. También se ha comprobado una gran variabilidad en el contenido en lactonas sesquiterpénicas de *A. mexicana* recogida en localidades vecinas en distintas épocas del año. Por el contrario, *A. tilesii* recolectada en dos lugares de Alaska muy alejados entre sí, y en distintas estaciones del año, ha mostrado un idéntico contenido en lactonas sesquiterpénicas. De todas formas, las lactonas sesquiterpénicas de la sección *Vulgares* son estructural y biosintéticamente muy similares, con compuestos tales como matricarina, achillina, arglanina, douglanina y ludovicina B comunes a muchas especies, lo que sugiere una estrecha relación filogenética para estos táxones.

La sección *Abrotanum* es más variable en su contenido de lactonas sesquiterpénicas que la *Vulgares*. En ella destaca el taxon *A. annua*, que presenta cadinanólidos (arteanuinas) y cadinanólidos modificados (qinhao-sus), únicos hasta ahora, y ningún otro tipo de lactonas. Debido al interés farmacológico

de estos compuestos (Klayman, 1985), su estudio ha sido profundo, y se puede concluir de él que las diferentes poblaciones de *A. annua* (planta originaria de China) que han sido estudiadas en todo el mundo, poseen todas ellas capacidades biosintéticas muy similares y únicas para la producción de esta clase de lactonas sesquiterpénicas. En el resto de la sección predominan los guayanólidos, y es importante constatar que es en esta sección donde se da un mayor número de evidencias de ausencia de lactonas sesquiterpénicas en un determinado taxon, especialmente entre los de la serie *Ponticae*. Si comparamos los datos de la sección *Vulgares* junto con los de *Abrotanum*, se observa una mayor diferencia en las lactonas producidas por especies americanas y eurasiáticas, que entre miembros y no miembros de *Vulgares*, si bien prácticamente la totalidad de estas últimas son táxones del Nuevo Mundo. En la especie *A. pectinata* coexisten eremofilanos y eudesmanos, lo que hace que la química de esta especie sea muy poco usual. Este hecho apoya la inclusión de este taxon en el nuevo género *Neopallasia* (Poljakov, 1961). De todas formas aún son necesarias más investigaciones para comprobar si los eremofilanos están más ampliamente distribuidos en el género.

En la sección *Absinthium*, las especies investigadas producen germacranólidos, eudesmanólidos y guayanólidos. Tan solo *A. umbelliformis* presenta una lactona poco usual, el secoeudesmanólido llamado umbellifólido. Es notable la presencia de guayanólidos diméricos en especies de la serie *Frigidae*; aparte de estos táxones, sólo en *A. leucodes*, adscrita al subgénero *Seriphidium*, se ha encontrado recientemente uno de estos dimeros, la arteleina. Este taxon es considerado primitivo dentro de los *Seriphidia*, tal y como ex-



TAXON	A	B	M	C	D	E	F	N	G	H	I	J	K	L
sección <i>Abrotanum</i> :														
<i>A. annua</i>			6					4						
<i>A. californica</i>				1										
<i>A. caruifolia</i>				ausencia de lactonas sesquiterpénicas										
<i>A. franserioides</i>				1										
<i>A. incana</i> (L.) Druce				1										
<i>A. incana</i> Keller				1	1									
<i>A. judaica</i>				3										
<i>A. klotzchiana</i>	2				3									
<i>A. meyeriana divaricata</i>				1										
<i>A. palustris</i>				ausencia de lactonas sesquiterpénicas										
<i>A. pectinata</i>						2							2	
<i>A. princeps</i>						2								
<i>A. rutifolia</i>	3				5							4		
<i>A. stelleriana</i> *				1										
series <i>Laciniatae</i> y <i>Latifoliae</i> (grupo <i>Heterophyllae</i> ):														
<i>A. laciniata</i>					1							2		1
<i>A. latifolia</i>					1									
serie <i>Ponticae</i> :														
<i>A. adamsii</i>	1				14									
<i>A. alba</i>				ausencia de lactonas sesquiterpénicas										
<i>A. camphorata</i>				1 (de identificación dudosa)										
<i>A. incanescens</i>				ausencia de lactonas sesquiterpénicas										
<i>A. molinieu</i>				ausencia de lactonas sesquiterpénicas										



TAXON	A	B	M	C	D	E	F	N	G	H	I	J	K	L
<i>A. canariensis</i>	1			6										
<i>A. frigida</i>	2				7		1							
<i>A. jacutica</i>	1				1									
<i>A. macrocephala</i>				1										
<i>A. siversiana</i>	2				14									
Subtotal	25	1		16	58	4	4					1		
Total del subgénero														
<i>Artemisia</i>	41	1	6	54	131	24	4	4			6	1	3	2

\* De *Artemisia stelleriana* existe una publicación posterior en la que se denota la ausencia de lactonas sesquiterpénicas.

pondremos un poco más adelante, lo que puede justificar la presencia de estas estructuras.

Entre las lactonas sesquiterpénicas de *Absinthium* hay bastantes que son comunes a las de las secciones *Vulgares* y *Abrotanum* (achillina, desacetilmatricarina, vulgarina), y las que no lo son, están muy relacionadas biosintéticamente, lo que apoya la combinación de los subgéneros *Abrotanum* y *Absinthium* de De Candolle en un único subgénero, *Artemisia* de Poljakov.

Las especies del subgénero *Seriphidium* producen gran cantidad de eudesmanólidos (tabla 15). Aunque se pueden contabilizar guayanólidos, germacranólidos y algún otro tipo de lactonas, se observa que la capacidad biogenética del subgénero está claramente volcada hacia los eudesmanólidos. Tan solo del taxon de Mongolia *A. schiskinii*, no se ha aislado ningún eudesmanólido; de esta planta sólo se ha obtenido el guayanólido arborescina. Estudios recientes sobre táxones del Este de Asia (de la República Popular de Mongolia principalmente) han demostrado que es característica de ellos la acumulación de guayanólidos muy oxigenados, del tipo de la arborescina (Huneck et al, 1986; Bohlmann et al 1985a, b y c). Estos guayanólidos tipo arborescina aparecen en estas especies junto con cumarinas, lo que, según los autores, puede ser de interés sistemático, ya que es el único grupo de artemisias donde coexisten estas dos clases de metabolitos. Además de *A. schiskinii*, solo otras cuatro especies de *Seriphidium* son capaces de sintetizar guayanólidos; tres de ellas; *A. leucodes*, *A. lerchiana* y *A. juncea*, son táxones considerados por el botánico ruso N.S. Filatova miembros primitivos del subgénero *Seriphidium*, basándose en evidencias morfológicas, anatómicas y ca-





TAXON	A	B	M	C	D	E	F	N	G	H	I	J	K	L
<i>A. taurica</i>				4										
<i>A. tenuisecta</i>				2										
<i>A. tenuisecta glaucina</i>				1										
<i>A. tenuisecta karataviensis</i>				1										
<i>A. terrae-albae massagetovii</i>				1										
<i>A. terrae-albae kurdaica</i>				1										
<i>A. transiliensis</i>				1										
<i>A. transiliensis boamensis</i>				1										
<i>A. turanica</i>				1										
<hr/>														
Total del subgénero														
<i>Seriphidium</i>	17	1		119	10	1	1		2					
<hr/>														

riotípicas (Kelsey y Shafizadeh, 1979); incluso Poljakov en "Flora USSR" trata a *A. juncea* y *A. leucodes* en una sección diferenciada de *Seriphidium*, la sección *Junceum* Poljak. (Poljakov, 1961). Esto es muy interesante, ya que los tres táxones producen desacetilmatricarina, componente habitual de plantas del subgénero *Artemisia* que es considerado como ancestro de *Seriphidium*.

En el subgénero *Dracunculus* la ausencia de lactonas sesquiterpénicas es casi total (tabla 16). Tan sólo de dos especies de Arizona, U.S.A., *A. dracunculoides* y *A. filifolia*, y de *A. xanthochroa* de la República Popular de Mongolia, se han identificado compuestos de esta clase. Analizando estas escasas apariciones podemos ver que de *A. dracunculoides* hay otra cita que denota la ausencia de lactonas en la especie. Además, *A. dracunculoides*, que es la única artemisia contabilizada en la Flora de Arizona, es contemplada en esta obra como sinónima de *A. glauca*, la cual también ha sido investigada en busca de lactonas sesquiterpénicas, con resultados negativos. *A. filifolia*, como ya comentábamos en la discusión acerca de monoterpenos, se ha propuesto que por aspectos químicos y morfológicos no se incluya entre los táxones de *Dracunculi*. Por último, la especie *A. xanthochroa* se puede circunscribir en el grupo de artemisias del Este Asiático por presentar las lactonas sesquiterpénicas altamente oxigenadas características. Es decir, ninguna de las especies del subgénero *Dracunculus* consideradas claramente pertenecientes al mismo, han presentado indicio alguno de biosíntesis de lactonas sesquiterpénicas. Este dato es importante, y es apoyado por el hecho de que especies de este subgénero han sido ampliamente investigadas por sus características culinarias (*A. dracunculus*) y curativas (*A.*

Tabla 16. Tipos de lactonas sesquiterpénicas en el subgénero *Dracunculus*.

TAXON	TIPO ESQUELETAL													
	1				2				3				4	
	A	B	M	C	D	E	F	N	G	H	I	J	K	L
<i>A. dracunculoides</i> *					1									
<i>A. filifolia</i>				1										
<i>A. glauca</i>				ausencia de lactonas sesquiterpénicas										
<i>A. xanthochroa</i>	1				5						3			
<b>Total del subgénero</b>														
<b><i>Dracunculus</i></b>	1			1	6						3			

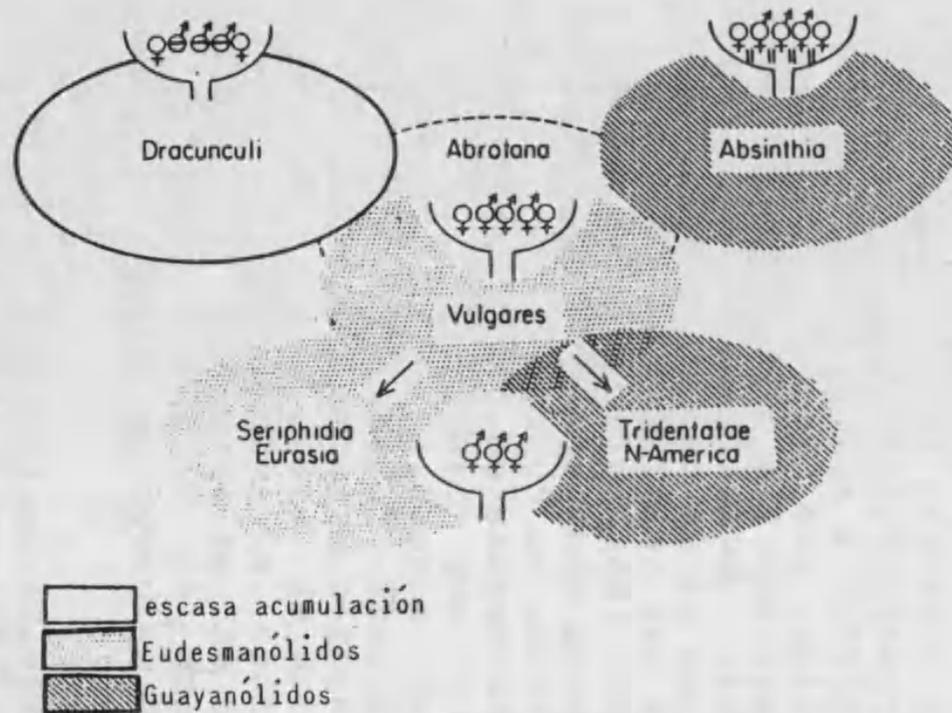
\* De la especie *Artemisia dracunculoides* hay una cita bibliográfica posterior que denota la ausencia de lactonas sesquiterpénicas.

*capillaris*, *A. campestris*, *A. scoparia*, etc.).

Las especies del subgénero *Tridentatae* se caracterizan por su capacidad de sintetizar germacranólidos, eudesmanólidos y guayanolidos, no dominando claramente ninguna de las tres clases (tabla 17). Los compuestos derivados de matricarina son especialmente abundantes en táxones de *Tridentatae*, al igual que ocurría con las especies americanas del subgénero *Artemisia* (sobre todo de la sección *Vulgares*). Los miembros de *Tridentatae* forman un grupo estrechamente relacionado, con una morfología y contenido en lactonas sesquiterpénicas muy uniforme. Este subgénero, tratado por algunos taxónomos como una sección del *Seriphidium*, tiene muy poco en común con este último en lo que a lactonas sesquiterpénicas se refiere; tan solo algunos derivados de matricarina son comunes a las especies de ambos grupos; una gran diferencia en el contenido lactónico de ambos subgéneros es la ausencia total de santonina en plantas de *Tridentatae*; recordemos que la santonina y sus derivados son las lactonas sesquiterpénicas encontradas con mayor frecuencia en *Seriphidium*. Las *Tridentatae* parecen estar más relacionadas con el resto de artemisias del Nuevo Mundo, lo que apoya la hipótesis de que el subgénero *Tridentatae* se ha desarrollado en Norteamérica a partir de ancestros del subgénero *Artemisia* procedentes de Asia Central.

El taxon *A. tridentata* ha sido estudiado intensamente y dividido en tres subespecies, *A. tridentata* ssp. *tridentata*, *A. tridentata* ssp. *vaseyana* y *A. tridentata* ssp. *wyomingensis*, las cuales son perfectamente distinguibles por su contenido en lactonas sesquiterpénicas (ver tabla 13). A su vez,





**Figura 14** Lactonas sesquiterpénicas y Sistemática de Artemisia (Heywood et al, 1977).

las poblaciones diploides (n=18) y tetraploides (n=36) de Montana y Wyoming, U.S.A., de *A. tridentata* ssp. *vaseyana*, han sido divididas en tres quimiотipos que correlacionan su química con regimenes de altitud diferentes (Kelsey et al, 1975). Variación química infraespecífica en táxones de *Artemisia* se ha comprobado también en *A. verlotiorum* (Geissmann y Lee, 1971a y b).

La distribución de lactonas sesquiterpénicas en *Artemisia* refuerza los trabajos de Poljakov, en los que trata a las secciones *Abrotanum* y *Absinthium* como estrechamente relacionadas, reuniéndolas en el subgénero *Artemisia*. Los táxones de los subgéneros *Artemisia* y *Seriphidium* son más distintos desde el punto de vista de su contenido en lactonas sesquiterpénicas de lo que sugiere la agrupación realizada en "*Flora Europaea*" para este género. Además se observa que sólo en los táxones más primitivos de *Seriphidium* son afines las lactonas sesquiterpénicas a las del subgénero *Artemisia*, que es considerado como progenitor ancestral de las *Seriphidia*. Las *Tridentatae* difieren apreciablemente de los miembros de *Seriphidium*, y están mucho más relacionadas con los de *Artemisia*, en especial con sus representantes norteamericanos. Por último, las *Dracunculi* se muestran de nuevo como un grupo homogéneo y distinto del resto de artemisias, siendo característico en ellas la ausencia de estos metabolitos secundarios.

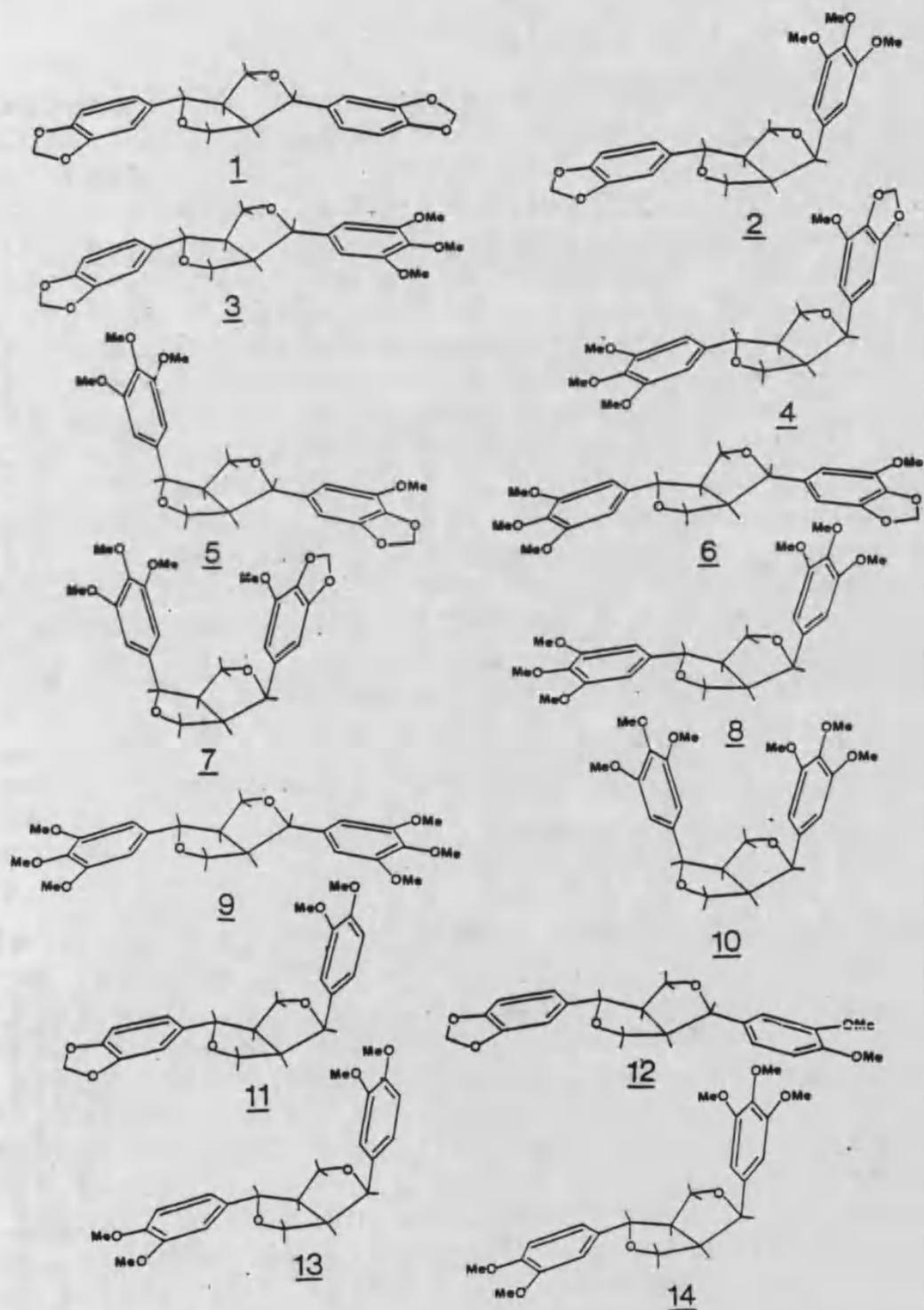
#### Lignanós tetrahidrofuránicos de *Artemisia*

Los lignanos tetrahidrofuránicos, también llamados del tipo de la sesamina (figura

15), representan un grupo de dimeros fenilpropanoides que contienen un núcleo de tetrahidrofurano sustituido de forma diagonal con cuatro centros asimétricos que pueden dar los tres posibles pares de estereoisómeros (+/-).

La primera aparición de estos componentes en *Artemisia* fue en trabajos de investigación realizados sobre *A. absinthium* (Bohlmann et al, 1973a; Dermanovic et al, 1976). Estudios posteriores más amplios ponen de manifiesto que la formación de estos lignanos separa *A. absinthium* y siete especies muy relacionadas a ella (*A. arborescens*, *A. argentea*, *A. canariensis*, *A. gorgonum*, *A. siversiana*, *A. macrocephala* y *A. jacutica*) del resto de artemisias investigadas (Greger, 1979a, 1981 y 1982; Greger y Hofer, 1980). Los táxones *A. frigida* y *A. austriaca*, pertenecientes al grupo de *A. absinthium* (serie *Frigidae*) según algunos autores, se diferencian de las especies antes mencionadas por la ausencia de lignanos y por su contenido en poliacetilenos, como veremos cuando hablemos de estos últimos (Greger, 1979a).

Estos lignanos son componentes de las resinas acumuladas en canales esquizógenos secretorios, y todos los aislados de *Artemisia* poseen rotación óptica positiva. Dentro de este grupo de *A. absinthium*, las estructuras básicas de estos lignanos, así como las diferencias químicas estereo-específicas, contribuyen a un agrupamiento taxonómico que se corresponde bien con los caracteres morfológicos y la distribución geográfica de estos táxones. Una publicación sobre los constituyentes de *A. fragrans*, especie del subgénero *Seriphidium*, incluye una serie de lignanos del tetrahidrofurano (Bohlmann et al, 1973a). Se ha comprobado que este trabajo se basó sobre una identificación errónea del espécimen



**Figura 15** Lignanos tetrahydrofuránicos aislados de Artemisia

1 Sesamina; 2 Epiashantina; 3 Ashantina; 4 Episesartemina A; 5 Episesartemina B; 6 Sesartemina; 7 Diasesartemina; 8 Epiyangambina; 9 Yangambina; 10 Diayangambina; 11 Epifargesina; 12 Fargesina; 13 Epieudesmina; 14 Epimagnolina.

estudiado, y análisis posteriores permiten asegurar que el taxon investigado fue en realidad *A. absinthium* (Greger, 1981).

Se conoce que la configuración diecuatorial de los restos arilo es la más estable para estos compuestos. Por ello es digno de mención que las muestras de la especie euroasiática *A. absinthium* y de la asiática *A. siversiana* contengan todas isómeros ecuatorial/axial e incluso axial/axial. *A. siversiana* se diferencia de *A. absinthium* por presentar además formas ecuatorial/ecuatorial más estables, entre las que se incluye la sesamina. *A. jacutica* y *A. macrocephala* de Asia contienen sólo derivados diecuatoriales y estructuralmente poco variados, mientras que las especies más leñosas macaronésicas (*A. canariensis* y *A. gorgonum*) y mediterráneas (*A. arborescens*) poseen un grupo más complejo de lignanos donde predominan los isómeros diecuatoriales.

### Flavonoides de *Artemisia*

Los flavonoides son, sin duda alguna, el grupo de metabolitos secundarios más ampliamente distribuido entre las plantas superiores, y el mejor estudiado. Se han aplicado a menudo a problemas quimiotaxonómicos (Levy, 1977) y han demostrado ser unos excelentes marcadores químicos (Harborne, 1967; Harborne y Turner, 1984). En la tribu *Anthemideae* son también sistemáticamente importantes (Greger, 1969; Harborne et al, 1970). Sin embargo, en el género *Artemisia* los datos disponibles no son muy numerosos si se tiene en cuenta que es un grupo de plantas muy investigado. La razón de este hecho puede encontrarse en que

la mayoría de investigaciones en este género se han centrado en la búsqueda de lactonas sesquiterpénicas, y los datos aportados sobre flavonoides han sido generalmente más el fruto de la casualidad que de una investigación sistemática de su presencia en los distintos táxones. Esto impide que se puedan extraer conclusiones detalladas de los datos disponibles de flavonoides, pero se pueden observar algunas tendencias biosintéticas generales de gran importancia, lo que esperamos estimule la investigación de estos pigmentos en este género. Para poder sacar estas conclusiones hemos trabajado de la misma manera que en lactonas sesquiterpénicas; la tabla 18 recoge todos los datos de aislamiento de flavonoides de plantas del género *Artemisia*, ordenadas alfabéticamente. Cada producto lleva asignado un número que se corresponde con las estructuras representadas en el apéndice 4, y una letra mayúscula que representa la clase flavonoide a la que pertenece. La figura 16 propone un esquema de biosíntesis de estos productos, y para su confección nos hemos basado en los ya numerosos trabajos existentes sobre este tema (Swain et al, 1979; Harborne y Mabry, 1982; Van Sumere y Lea, 1985).

Los flavonoides de *Artemisia* se caracterizan por su alto grado de metilación y por poseer un gran número de estructuras 6-O-sustituidas. Estos se consideran caracteres avanzados dentro de estos metabolitos secundarios, tal y como cabría esperar en este grupo de plantas (Harborne, 1967). En cuanto a glicósidos se refiere, los 3-O-glicosilflavonoles son los más abundantes, dominando los monósidos (principalmente glucósidos) y algunos biósidos (rutinósidos). Aparece alguna forma glicosídica más compleja como la de isoramnetina 7-O- $\alpha$ -D-galactopiranosil-p-hidroxibenzoato (Pavelkhovskaya et al, 1967;

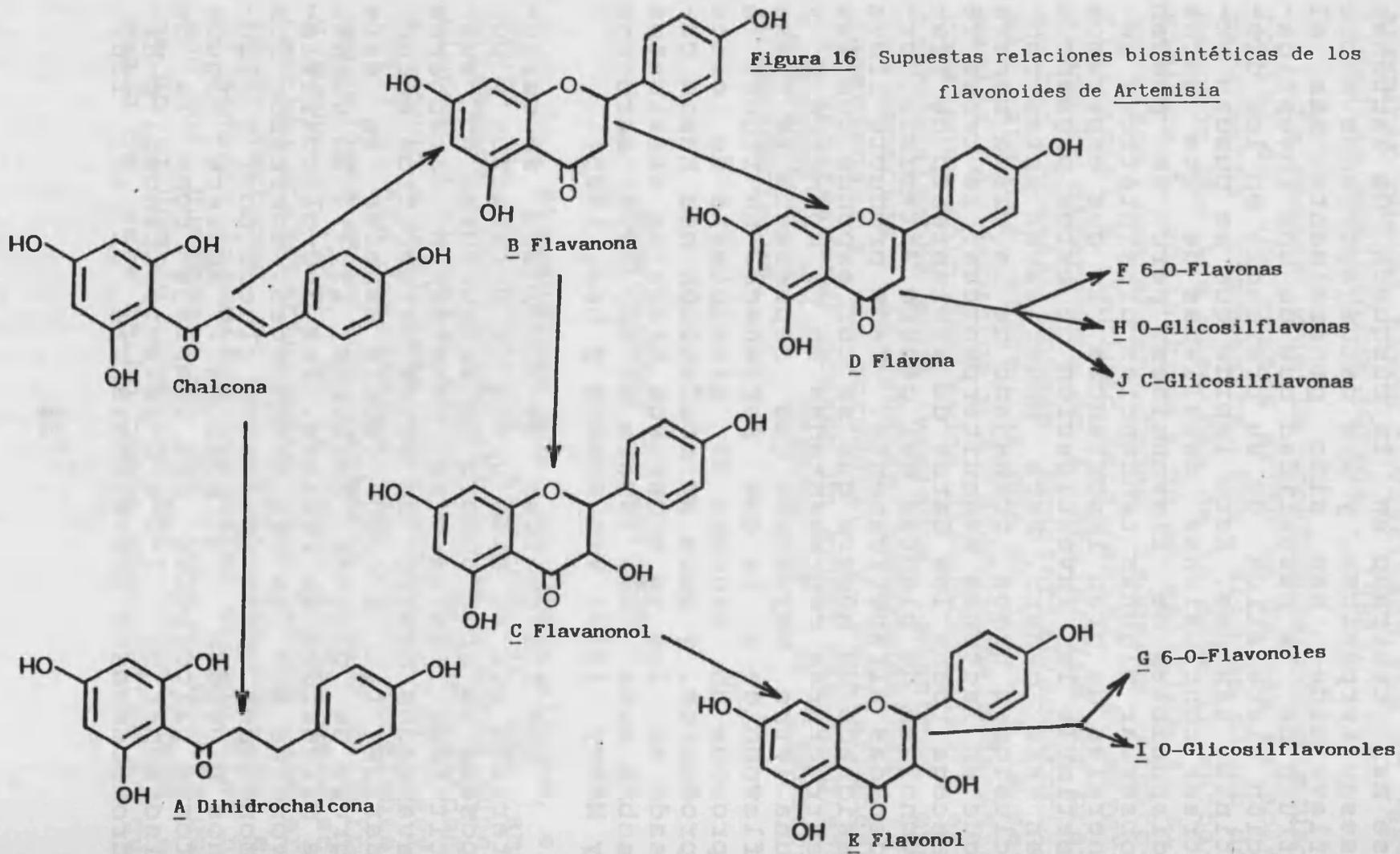


TABLA 18. Flavonoides aislados de *Artemisia*.

Taxon	Procedencia	No.	Compuestos	Clave	Ref.
<i>A. abrotanum</i>	(?), Polonia.	62	artemetina	G	352
		102	rutina	I	
	(?), Europa.	102	rutina	I	280
<i>A. absinthium</i>	(?)	62	artemetina	G	453
	(?), Polonia.	62	artemetina	G	352
		102	rutina	I	
	(?), Europa.	62	artemetina	G	85,86
	Pullman, Washington, USA.	62	artemetina	G	160
	(?), Alemania.	100	isoquercitrina	I	225
		102	rutina	I	
		110	isoramnetina 3-glucósido	I	
		112	isoramnetina 3-rutinósido	I	
		117	patuletina 3-glucósido	I	
		118	patuletina 3-rutinósido	I	
		119	espinacetina 3-glucósido	I	
		120	espinacetina 3-rutinósido	I	
	62	artemetina	G		
<i>A. adamsii</i>	(?), URSS.	20	jaceosidina	F	94
		17	eupafolina	F	

<i>A. annua</i>	(?), China.	-	un flavonol no identificado	-	449	
		50	3,5-dihidroxi-6,7,3',4'-tetrametoxiflavona	G	300,301	
		49	eupatina	G		
		62	artemetina	G		
		62	artemetina	G	452	
		54	5-hidroxi-3,6,7,4'-tetrametoxiflavona	G		
		50	3,5-dihidroxi-6,7,3',4'-tetrametoxiflavona	G	451	
		57	crisosplenol D	G	450	
		Belgrado, Yugoslavia.	50	quercetagetina-6,7,3',4'-tetrametil éter	G	126,426, 427,428, 53,51
			61	crisosplenetina	G	248
60	casticina		G			
(?), India.	62		artemetina	G	329	
	57		crisosplenol D	G		
	61	crisosplenetina	G			
<i>A. anomala</i>	(?), China.	49	eupatina	G		
		22	arteanoflavona	F	479,480	
		21	eupatilina	F		
		10	tricina	D		

<i>A. arborescens</i>	(?)	62	artemetina	G	324
	Sassari, Cerdeña, Italia.	62	artemetina	G	18
<i>A. arbuscula</i> <i>ssp. arbuscula</i>	Grand Teton National Park, Wyoming, USA.	57	crisosplenol D	G	366
		52	penduletina	G	
		45	6-metoxikaempferol	G	
<i>A. arctica ssp.</i> <i>saxicola</i>	Hidden Valley, Rocky Mountain Nat. Park, Colorado, USA.	20	jaceosidina	F	217
<i>A. argentea</i>	Univ. de Assiut, Egipto.	62	artemetina	G	134,135
<i>A. argyi</i>	(?), China.	21	eupatilina	G	474
		23	5-hidroxi-6,7,3',4'-tetra- metoxiflavona	F	
<i>A. assoana</i>	Puebla de Valverde, Teruel, España.	62	artemetina	G	311
		1	apigenina	D	
		5	luteolina	D	
		89	apigenina 7-rutinósido	H	
		92	luteolina 7-glucósido	H	

		16	salvigenina	F	
		23	4'-metilcirsilineol	F	
		20	jaceosidina	F	
		19	cirsilineol	F	
		26	6-metoxitricina	F	
		6	crisoeriol	D	
<i>A. campestris</i>	(?), Egipto.	39	5-hidroxi-3,7,4'-trimetoxi- flavona	E	138
		18	cirsiliol	F	
		31	5,8,4'-trihidroxi-7-metoxi- flavona	-	
	(?), Polonia.	102	rutina	I	352
<i>A. campestris</i> ssp. <i>La Flecha</i> ,	Salamanca	70	sakuranetina	B	121
<i>glutinosa</i>	España.	77	7,3'-di-O-metildihidro- quercetina	C	
		70	sakuranetina	B	122
		69	naringenina	B	
		13	hispidulina	F	
		77	7,3'-di-O-metildihidro- quercetina	C	
		71	isosakuranetina	B	
		72	homoeriodictiol	B	
		73	7-O-metileriodictiol	B	
		76	palmatina	C	

	(?), Europa.	68	pinostrobina	B	233
		67	pinocembrina	B	
		70	sakuranetina	B	
		69	naringenina	B	
		75	7-O-metilaromadendrina	C	
		13	hispidulina	F	
<i>A. cana ssp. cana</i>	Albany County, Wyoming, USA.	61	crisosplenetina	G	289
<i>A. capillaris</i>	Takeda Chem. Ind., Japón.	30	arcapillina	F	272
		19	cirsilineol	F	
		14	cirsimaritina	F	
		47	eupatolitina	G	
		36	isoramnetina	E	
		34	quercetina	E	
		33	ramnocitrina	E	
		111	cacticina	I	
		110	isoramnetina 3-glucósido	I	
		101	hiperina	I	
		47	eupatolitina	G	271
		30	arcapillina	F	

	(?), Japon.	33	ramnocitrina	E	322
		30	arcapillina	F	273
		12	isoarcapillina	F	
		30	arcapillina	F	340
		19	cirsilineol	F	
		14	cirsimaritina	F	
		33	ramnocitrina	E	
		2	genkwanina	D	277
		19	cirsilineol	F	
		14	cirsimaritina	F	
		33	ramnocitrina	E	
<i>A.cina</i>	(?), URSS.	34	quercetina	E	376
		102	rutina	I	
		13	hispidulina	F	
		115	transilina	I	276
		40	quercetina 3-metil éter	E	
<i>A.copa</i>	Socompa, Salta, Argentina.	56	jaceidina	G	119
		61	crisosplenetina	G	

<i>A. dracunculus</i>	(?), URSS.	102	rutina	I	303
		102	rutina	I	106
		103	bioquercetina	I	
		104	quercetina 3-( $\beta$ -D-galactofuranosil(6- $\beta$ -L)ramnopiranosido	I	
		105	quercetina 3-(D-glucofuranosil-6- $\beta$ -L)ramnopiranosido	I	
		32	kaempferol	I	
	(?), Polonia.	5	luteolina	D	
		62	artemetina	G	352
		102	rutina	I	
	(?), Alemania.	97	kaempferol 3-rutinósido	I	225
		102	rutina	I	
		117	patuletina 3-glucósido	I	
118		patuletina 3-rutinósido	I		
119		espinacetina 3-glucósido	I		
120		espinacetina 3-rutinósido	I		
<i>A. dracunculus</i> <i>var. dracunculus</i>	Lytton, British Columbia, Canadá.	69	naringenina	B	33
		75	3,5,4'-trihidroxi-7-metoxi-flavanona	C	
		77	3,5,4'-trihidroxi-7,3'-dimetoxiflavanona	C	
		74	5,3'-dihidroxi-7,4'-dimetoxiflavanona	B	34

<i>A. echegarayi</i>	Las Heras, Mendoza, Argentina.	99	kaempferol 5-glucósido	I	14
		94	6-hidroxiluteolina 7-glucósido	H	
		113	isoramnetina 5-glucósido	I	
		92	luteolina 7-glucósido	H	
		93	crisoeriol 7-glucósido	H	
		116	quercetagetina 7-glucósido	I	
<i>A. filifolia</i>	Willcox, Arizona, USA.	3	acacetina	D	445
<i>A. frigida</i>	Fargo, North Dakota, USA.	26	6-metoxitricina	F	295, 296
		25	5,7,3'-trihidroxi-6,4',5'- trimetoxiflavona	F	297
		24	5,7,3',4'-tetrahidroxi-6,5'- dimetoxiflavona	F	
		59	bonanzina	G	
		21	eupatilina	F	
		20	jaceosidina	F	
		13	hispidulina	F	
		17	eupafolina	F	
		5	luteolina	D	
8	luteolina-3,4'-dimetil éter	D			
92	luteolina 7-glucósido	H			

		1	apigenina	D	
		10	tricina	D	
		6	crisoeriol	D	
		82	vicenina 2	J	
		83	schaftósido	J	
		84	isoschaftósido	J	
	(?), URSS.	19	cirsilineol	F	439
		20	jaceosidina	F	
		5	luteolina	D	
		10	tricina	D	
<i>A. glutinosa</i>	Ontigola, Toledo, España.	69	naringenina	B	174
		77	dihidroquercetina-7,3'-di- metil éter	C	
		73	7-O-metileriodictiol	B	
		76	palmatina	C	
		35	ramnetina	E	
<i>A. gmelinii</i>	(?), URSS.	4	7,4'-di-O-metilapigenina	D	95
		3	acacetina	D	
		20	jaceosidina	F	
		7	velutina	D	
		-	glicósidos de quercetina y kaempferol no identi- ficados	-	464

<i>A. herba alba</i>	(?), Israel	19	cirsilineol	F	397
	Nekhl, Sinai, Egipto.	85	isovitexina	J	389
		82	vicenina 2	J	
		84	isoschaftósido	J	
		83	schafterósido	J	
		117	patuletina 3-glucósido	I	
		118	patuletina 3-rutinósido	I	
		100	isoquercitrina	I	
		102	rutina	I	
		<i>A. incanescens</i>	Arcos de las Salinas, Teruel, España.	53	santina
60	casticina			G	
52	penduletina			G	
58	centaureidina			G	
41	quercetina 3,4'-dimetil éter			E	
55	axillarina			G	
40	quercetina 3-metil éter			E	
34	quercetina			E	
36	isoramnetina			E	
45	6-metoxikaempferol			G	
32	kaempferol			E	
102	rutina			I	
100	isoquercitrina			I	
101	hiperina			I	
110	isoramnetina 3-glucósido			I	
93	kaempferol 3-glucósido			I	

<i>A. inculta</i>	Abha, Arabia Saudi.	62	artemetina	G	266
<i>A. klotzchiana</i>	Pachuca, Hidalgo, México. San Roberto, N.L. México.	20	jaceosidina	F	314
		28	sudachitina	F	
		65	3,5-dihidroxi-6,7,8-trime- toxiflavona	G	129
<i>A. lanata</i>	Algora, Guadalajara, España.	23	4'-metilcirsilineol	F	168
		63	gossipetina 7,8,3',4'-tetra- metil éter	-	142
		62	artemetina	G	
		23	4'-metilcirsilineol	F	
<i>A. lessingiana</i>	(?), URSS.	1	apigenina	D	375
		5	luteolina	D	
		2	genkwanina	D	
		40	3-O-metilquercetina	E	
		81	isoflavona ??		
-	O- y C-glicósidos no identificados				
<i>A. leucodes</i>	(?), URSS.	21	eupatilina	F	385

<i>A. lindleyana</i>	Mabel Lake, Enderby, British Columbia, Canadá.	62	artemetina	G	326			
		55	axillarina	G				
		56	jaceidina	G				
		51	6-metoxikaempferol 3-metil éter	G				
		59	bonanzina	G				
		57	crisosplenol D	G				
		48	espinacetina	G				
		46	eupalitina	G				
		13	hispidulina	F				
		17	eupafolina	F				
		38	isokaempferide	E				
		<i>A. longiloba</i>	(?), USA.	52		penduletina	G	366
		<i>A. ludoviciana</i> var. <i>ludoviciana</i>	Manhattan, Kansas, USA.	26		6-metoxitricina	F	297
24	5,7,3',4'-tetrahidroxi-6,5'- dimetoxiflavona			F				
51	5,7,4'-trihidroxi-3,6-dime- toxiflavona			G				
55	axillarina			G				
9	selagina			D				
66	5,7,-dihidroxi-3,6,8,4'-te- trametoxiflavona			F				
30	5,7,2',4'-tetrahidroxi-6,5'- dimetoxiflavona			F				
25	5,7,3'-trihidroxi-6,4',5'-							

<i>A. alba</i>	Montañas Velebit, Karlobag, Croacia, Yugoslavia.	41	albartina	D	190, 223
<i>A. annua</i>	(?), China.	-	una cumarina (sin más datos en C.A.)	-	449
		1	cumarina	A	300, 301
		6	escopoletina	A	
	(?), URSS.	1	cumarina	A	450, 452
		24	escopolina	B	383
		6	escopoletina	A	
<i>A. anomala</i>	(?), China.	4	esculetina	A	17
		3	herniarina	A	479, 480
		1	cumarina	A	
		6	escopoletina	A	
<i>A. apiacea</i>	Noda, prefectura de Chiba, Japón.	6	escopoletina	A	420
		13	7,8-di-O-metildafnetina	A	419
		14	dafnetina metilén éter	A	
		3	herniarina	A	
		11	7-hidroxi-8-metoxicumarina	A	421
		36	7-isopenteniloxi-8-metoxi- cumarina	C	
10	dafnetina	A			

TABLA 23. Cumarinas aisladas de *Artemisia*.

Taxon	Procedencia	No.	Compuestos	Clave	Ref.
<i>A. abrotanum</i>	(?), Polonia.	4	esculetina	A	352
	(?), Europa.	16	isofraxidina	A	114
	(?), Alemania.	24	escopolina	B	393
		27	calicantósido	B	
		16	isofraxidina	A	
		6	escopoletina	A	392
		2	umbeliferona	A	345
		16	isofraxidina	A	
		6	escopoletina	A	
	Jardín Botánico de la Universidad de Viena, Austria.	40	drimartol A	D	191
		39	farnocrol	D	
<i>A. adamsii</i>	(?), URSS.	6	escopoletina	A	94
	Bulgaria, Rep. Pop. de Mongolia.	7	escoparona	A	72
		18	di-O-metilfraxetina	A	
<i>A. afra</i>	(?), Sudáfrica.	6	escopoletina	A	175
		16	isofraxidina e isómeros no identificados (raíces)	A	61
		2	derivados de umbeliferona (partes aéreas)	A	

			trimetoxiflavona	F	
		59	bonanzina	G	
		21	eupatilina	F	
		8	5,7,-dihidroxi-3',4'-dime- toxiflavona	D	
		20	jaceosidina	F	
		10	tricina	D	
		13	hispidulina	F	
		6	crisoeriol	D	
		38	isokaempferide	E	
		1	apigenina	D	
		17	eupafolina	F	
		5	luteolina	D	
<i>A.mendozaana</i>	Las Heras, Mendoza, Argentina.	119	kaempferol 5-glucósido	I	14
		109	isoramnetina 5-glucósido	I	
		121	crisoeriol 7-glucósido	H	
		90	luteolina 7-glucósido	H	
<i>A.mesatlantica</i>	Boulmane, Marruecos.	27	7-O-metil-6-metoxitricina	F	77,78,
		1	apigenina	D	52
		6	crisoeriol	D	
		14	cirsimaritina	F	
		10	tricina	D	
		23	4'-metilcirsilineol	F	
		26	6-metoxitricina	F	
		19	cirsilineol	F	

<i>A.monosperma</i>	El Cairo-Alejandria, Egipto.	82	vicenina 2	J	389		
		86	lucenina 2	J			
		90	acacetina 7-glucósido	H			
		91	acacetina 7-rutinósido	H			
		117	patuletina 3-glucósido	I			
		118	patuletina 3-rutinósido	I			
		100	isoquercitrina	I			
		102	rutina	I			
		113	isoramnetina 5-glucósido	H			
		107	quercetina 5-glucósido	I			
		Alejandria, Egipto.	19	cirsilineol		F	265
			43	3,5'-di-O-metilmiricetina		E	
		<i>A.nova</i>	(?), USA.	44		quercetagetina	G
34	quercetina			E			
32	kaempferol			E			
1	apigenina			D			
55	axillarina			G			
<i>A.palustris</i>	(?), URSS.	5	luteolina	D	92		
		92	luteolina 7-glucósido	H			
		34	quercetina	E			
		101	hiperina	I			

	TÜw Aimak, Rep. Pop. de Mongolia.	79	2,4,-dihidroxi-4'-metoxi- dihidrochalcona	A	231
		80	2,4'-dihidroxi-4'-metoxi- dihidrochalcona	A	
		78	2,4,4'-trihidroxidihidro- chalcona	A	
<i>A. princeps</i>	(?), Japon.	-	glicósidos no identificados	-	483
<i>A. pygmaea</i>	(?), USA.	77	dihidroquercetina-7,3'-di-O- metil éter	C	366
		37	ramnazina	E	
		3	acacetina	D	
<i>A. rothrockii</i>	(?), USA.	55	axillarina	G	366
		57	crisosplenol D	G	
<i>A. rubripes</i>	(?), Japon.	21	eupatilina	F	285
		20	jaceosidina	F	
		19	cirsilineol	F	
<i>A. rupestris</i>	(?), China.	29	gardenina D	F	298
<i>A. rutifolia</i>	(?), URSS.	61	crisosplenetina	G	96
		6	crisoeriol	D	
		10	tricina	D	
		19	cirsilineol	F	

<i>A. sacrorum</i>	(?), India.	2	genkwanina	D	89
<i>A. santolinifolia</i>	Kazakhstan SSR, URSS.	34	quercetina	E	105,355
		5	luteolina	D	
		32	kaempferol	E	
		102	rutina	I	
		96	kaempferol 3-(O-β-D-glucopiranosil-6-)O-β-L-ramnopiranosido	I	
<i>A. scoparia</i>	Rajasthan, India.	75	7-O-metilaromadendrina	C	90
		33	ramnocitrina	E	
		46	eupalitina	G	
		14	cirsimaritina	F	
		47	eupatolitina	G	
	(?), URSS.	102	rutina	I	374,355
		106	quercetina 3-glucogalactósido	I	
		108	quercetina 3,7-rutinosogalactósido	I	
		109	quercetina 3,7-rutinosodigalactósido	I	
		98	kaempferol 3-glucogalactósido	I	
<i>A. serotina</i>	(?), URSS.	-	aglicones y O- y C-glicósidos (sin más datos en C.A.)	-	144

<i>A. siversiana</i>	(?), URSS.	61	crisosplenetina	G	93
		62	artemetina	G	
	Tomsk, URSS.	102	rutina	I	49
		100	isoquercitrina	I	
<i>A. sublessingiana</i>	(?), URSS.	20	jaceosidina	F	377
		112	isoramnetina 3-rutinósido	I	
<i>A. taurica</i>	(?), URSS.	121	axillarósido	I	351
<i>A. transiliensis</i>	(?), URSS.	-	aglicones y O- y C-glicósidos (sin más datos en C.A.)	-	144
		88	apigenina 6,8-C-β-α-digluco- piranosa	J	104
		87	apigenina 6,8-C-α-β-digluco- piranosa	J	101
		40	3-O-metilquercetina	E	107,103,
		2	genkwanina	D	109
		3	acacetina	D	
		64	transilitina	-	
		115	transilina	I	
		34	quercetina	E	102
		102	rutina	I	
		<i>A. tridentata ssp. tridentata</i>	(?), USA.	34	quercetina
32	kaempferol			E	
55	axillarina			G	

<i>A. tridentata</i> ssp.	(?), USA.	55	axillarina	G	366
<i>tridentata</i> f.		57	crisosplenol D	G	
<i>parishii</i>					
<i>A. tridentata</i> ssp.	(?), USA.	55	axillarina	G	366
<i>vaseyana</i>		57	crisosplenol D	G	
		52	penduletina	G	
	Happy Jack Area,	5	luteolina	D	80
	Albany County,	92	luteolina 7-glucósido	H	
	Wyoming, USA.	55	axillarina	G	
		17	eupafolina	F	
<i>A. tridentata</i> ssp.	(?), USA.	55	axillarina	G	366
<i>vaseyana</i> f.		57	crisosplenol D	G	
<i>spiciformis</i>					
<i>A. tridentata</i> ssp.	(?), USA.	55	axillarina	G	435
<i>wyomingensis</i>		34	quercetina	E	
<i>A. umbelliformis</i>	Valle D'Aosta, Italia.	21	eupatilina	F	20

<i>A. vulgaris</i>	Deliblatska Pescara, Belgrado, Yugoslavia. (?), Alemania.	42	ayanina	E	429
		100	isoquercitrina	I	225
		102	rutina	I	
		110	isoramnetina 3-glucósido	I	
		112	isoramnetina 3-rutinósido	I	
		-	luteolina 7-glicósido (no identificado)	H	
<i>A. xanthochroa</i>	(?), URSS.	35	ramnetina	E	97
		14	cirsimaritina	F	
		18	cirsiliol	F	
		19	cirsilineol	F	
<i>A. xerophitica</i>	(?), URSS.	5	luteolina	D	45
		92	luteolina 7-glucósido	H	
		14	cirsimaritina	F	
		15	pectolinaringenina	F	
		20	jaceosidina	F	
		10	tricina	D	

Chumbalov et al, 1969a), y algunos 5- y 3,7-glicosilderivados de flavonoles. Los glicósidos de flavonas son más escasos y siempre se han identificado como 7-O-glicósidos o C-glicosilflavonas. Estas últimas se consideran, junto con algunos dihidroderivados de chalconas, flavonas y flavonoles, como caracteres primitivos. Dos investigadores rusos (Ryakhovskaya y Alyukina, 1980) aislan iso-flavona de *A. lessingiana*, dato que hay que tomar con reservas ya que nunca se han detectado esta clase de componentes en *Asteraceae* y quizá se trate de un error bibliográfico. Por último, es también destacable la presencia de flavonoides 8-O- y 2'-O-sustituidos, caracteres avanzados desde el punto de vista evolutivo. Con todo esto se puede concluir que *Artemisia* es un género rico en estructuras flavonoides, tal y como corresponde a la familia de las Compuestas (Wollenweber y Dietz, 1981).

En la distribución infragenérica de estos metabolitos secundarios podemos observar que en el subgénero *Artemisia* (tabla 19) abundan los aglicones de flavona y flavonol, especialmente 6-O-sustituidos. Destaca en la sección *Abrotanum* la acumulación de 3,6-dimetoxiflavonas y de flavonoles libres si la comparamos con el resto de plantas del subgénero *Artemisia*. Al ser estos metabolitos considerados como caracteres más primitivos, refuerzan la idea de que las *Abrotana* son el ancestro de todas las artemisias. También es notable la aparición de tres derivados de dihidrochalcona en *A. palustris*, únicos representantes de estos metabolitos en *Asteraceae* (Wollenweber y Dietz, 1981), y que son considerados asimismo como caracteres muy antiguos. La acumulación de 3-metoxi-5-hidroxi-flavonoides en *Abrotanum*, hace que este grupo de plantas sea considerado muy interesante

desde el punto de vista farmacológico, debido a la actividad antivirica de estos productos naturales (Tsuchiya et al, 1985).

En la sección *Absinthium* nos encontramos con tan solo dos estructuras distintas de 3,6-dimetoxiflavonas (bonanzina y crisospletina), aparte de la artemetina que puede ser considerada como ubicua en el género, lo que las diferencia claramente de las *Abrotanum*, mucho más ricas en esta clase de compuestos como ya hemos indicado.

En el subgénero *Seriphidium* (tabla 20) son característicos los glicósidos de flavonol y la relativa escasez de flavonoides 6-O-sustituídos en forma libre. Es en este grupo de plantas donde mayor número de C-glicosilflavonoides han sido detectados dentro de *Artemisia*. Son destacables los 5-O-glicosilderivados de flavonol identificados de las especies argentinas *A. echegaray* y *A. mendozana*. Estos glicósidos son excelentes marcadores taxonómicos por su sencilla identificación (fuerte fluorescencia a la luz ultravioleta) y su distribución restringida en el Reino Vegetal; se han usado como criterio sistemático para la delimitación genérica del complejo *Leucanthemum-Chrysanthemum-Tanacetum* de la tribu *Anthemideae* (Heywood et al, 1977).

El subgénero *Dracunculus* aparece una vez más claramente diferenciado del resto de artemisias. En esta ocasión, la acumulación de dihidroderivados de flavona y flavonol es el carácter distintivo de las *Dracunculus*. También son frecuentes los glicósidos y aglicones de flavonol y las flavonas 6-O-sustituídas (tabla 21).

Tabla 19. Tipos de flavonoides en el subgénero *Artemisia*.

TAXON	CLASE FLAVONOIDE									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
sección <i>Vulgares</i> :										
<i>A. anomala</i>				1		2				
<i>A. argyi</i>						1	1			
<i>A. ludoviciana ludoviciana</i>				6	1	9	3			
<i>A. rubripes</i>						3				
<i>A. vulgaris</i>					1			1	4	
Subtotal				7	2	15	4	1	4	
sección <i>Abrotanum</i> :										
<i>A. annua</i>							7			
<i>A. arctica saxicola</i>						1				
<i>A. klotzchiana</i>						2	1			
<i>A. lindleyana</i>					1	2	8			
<i>A. mesatlantica</i>				3		5				
<i>A. palustris</i>	3			1	1			1	1	
<i>A. rutifolia</i>				2		1	1			
serie <i>Ponticae</i> :										
<i>A. abrotanum</i>							1		2	
<i>A. adamsii</i>						2				
<i>A. incanescens</i>				5		6			5	
serie <i>Vestitae</i> :										
<i>A. gmelinii</i>				3		1				
<i>A. sacrorum</i>				1						
<i>A. santolinifolia</i>				1	2				2	
Subtotal	3			11	9	14	24	1	10	

TAXON	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
sección <i>Absinthium</i> :										
<i>A. assoana</i>				3		5	1	2		
<i>A. lanata</i>						1	1			
<i>A. rupestris</i>						1				
<i>A. umbelliformis</i>						1				
<i>A. xerophitica</i>						4		2		
serie <i>Frigidae</i> :										
<i>A. absinthium</i>							1		8	
<i>A. arborescens</i>							1			
<i>A. argentea</i>							1			
<i>A. frigida</i>				5		8	1	1		3
<i>A. siversiana</i>							2		2	
Subtotal				8		20	8	5	10	3
Total del subgénero <i>Artemisia</i>	3			26	11	49	36	7	24	3

Tabla 20. Tipos de flavonoides en el subgénero *Seriphidium*.

TAXON	CLASE FLAVONOIDE									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
<i>A. cina</i>					2	1			2	
<i>A. echeagarayi</i>								3	3	
<i>A. herba alba</i>						1			4	4
<i>A. inculta</i>							1			
<i>A. lessingiana</i>				4	1					
<i>A. leucodes</i>						1				
<i>A. mendozana</i>								2	2	
<i>A. sublessingiana</i>						1			1	
<i>A. taurica</i>									1	
<i>A. transiliensis</i>				2	2				2	2
Total del subgénero <i>Seriphidium</i>				6	5	4	1	5	15	6

Tabla 21. Tipos de flavonoides en el subgénero *Dracunculus*.

TAXON	CLASE FLAVONOIDE									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
<i>A. campestris</i>					1	1			1	
<i>A. campestris glutinosa</i>		7	3			1				
<i>A. capillaris</i>				1	3	4	1		3	
<i>A. dracunculus</i>				1	2		1		11	
<i>A. dracunculus dracunculus</i>		2	2							
<i>A. filifolia</i>				1						
<i>A. glutinosa</i>		2	2		1					
<i>A. monosperma</i>					1	1		2	6	2
<i>A. scoparia</i>			1		1	1	2		5	
<i>A. xanthochroa</i>					1	3				
<b>Total del subgénero</b> <b><i>Dracunculus</i></b>		<b>11</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>26</b>	<b>2</b>

Tabla 22. Tipos de flavonoides en el subgénero *Tridentatae*.

TAXON	CLASE FLAVONOIDE									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
<i>A. arbuscula arbuscula</i>							3			
<i>A. cana cana</i>							1			
<i>A. longiloba</i>							1			
<i>A. nova</i>				1	2		2			
<i>A. pygmaea</i>			1	1	1					
<i>A. rothrockii</i>							2			
<i>A. tridentata tridentata</i>					2		1			
<i>A. trid. trid. parishii</i>							2			
<i>A. tridentata vaseyana</i>				1		1	4	1		
<i>A. trid. vaseyana spiciformis</i>							2			
<i>A. tridentata wyomingensis</i>					1		1			
<b>Total del subgénero</b> <b><i>Tridentatae</i></b>			<b>1</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>19</b>	<b>1</b>		

Las *Tridentatae* (tabla 22) presentan gran cantidad de flavonoles 6-O-sustituidos, lo que muestra una clara correspondencia con la sección *Abrotanum* del subgénero *Artemisia*. En *A. pygmaea* se ha identificado dihidroquercetina 7,3'-di-O-metiléter, único dihidroderivado de flavonol o flavona en una artemisia no *Dracunculi*. La total ausencia de glicósidos de flavonol pensamos que se debe interpretar más como una falta de investigación de la presencia de estos compuestos hidrofílicos en *Tridentatae* que como una característica biogenética del grupo.

A la vista de estos datos se puede concluir que los flavonoides, una vez más, son unos marcadores quimiotaxonómicos muy importantes en la ordenación infragenérica de *Artemisia*, a los que debe prestarse una atención mayor que la dedicada hasta ahora.

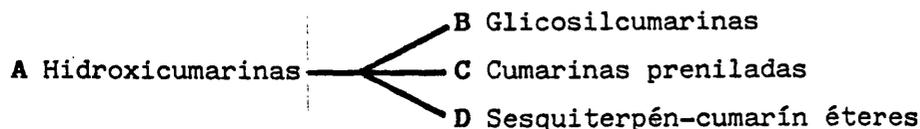
#### Cumarinas de *Artemisia*

Las hidroxycumarinas son componentes habituales de plantas de la tribu *Anthemi-deae*, y han sido aisladas en las del género *Artemisia* en gran cantidad, especialmente en las del subgénero *Dracunculus*.

Compuestos típicos que aparecen en artemisias son la herniarina, la escopoletina, la escoparona y la isofraxidina (apéndice 5). La amplia distribución de estas cumarinas hidroxiladas en *Artemisia*, e incluso en la tribu de las Antemideas, hace difícil el poder sacar conclusiones quimiotaxonómicas de ellas. Sin embargo, se han identificado una serie de cumarinas sustituidas que si son de

gran interés para la ordenación infragenérica de *Artemisia*.

En la tabla 23 se reúnen todas las cumarinas aisladas de este género; sus estructuras y nombres vulgares se dan en el apéndice 5. Para comprobar su posible utilidad como marcadores químicos, las hemos dividido en los cuatro grupos de la figura 17. En las tablas 24-27 se relacionan los tipos de cumarinas existentes en cada uno de los subgéneros de *Artemisia*. Estudiando estas tablas se puede observar que las cumarinas hidroxiladas son prácticamente ubicuas en el género. Los glicósidos de cumarina aparecen siempre como O- $\beta$ -D-glucopiranosidos en posición 6 o 7, y solo han sido detectados hasta ahora en los representantes de las series *Ponticae* y *Vestitae* de la sección *Abrotanum* del subgénero *Artemisia*, y en el subgénero *Tridentatae*, dato que apoya nuevamente la relación entre las plantas de ambos subgéneros.



**Figura 17** Distintas clases de cumarinas del género Artemisia

Se han identificado también cumarin-hemiterpén éteres (cumarinas preniladas), y su aparición se limita a la sección *Abrotanum*, principalmente al grupo *Heterophyllae*, por lo que se han propuesto como marcadores químicos de este grupo de artemisias (Szabó et al, 1985). La aparición en *A. dracunculoides*, especie perteneciente al subgénero *Dracunculus*, de una de estas cumarinas preniladas, pone de

	(?), China.	13	7,8-di-O-metildafnetina	A	475
		36	7-isopenteniloxi-8-metoxi-cumarina	C	
		14	7,8-metilendioxicumarina	A	
		3	herniarina	A	
<i>A. arbuscula ssp. arbuscula</i>	Bannack-Dillon, Montana, USA.	5	isoescopoletina	A	415
		4	esculetina	A	
<i>A. armeniaca</i>	(?), URSS.	32	armina	C	380
	Jardín Botánico de Champex-Lac, Francia.	29	desoxilacarol	C	434
		30	lacarol	C	
		31	metillacarol	C	
		28	prenillacarol	C	
<i>A. assoana</i>	Puebla de Valverde, Teruel, España.	2	umbeliferona	A	311
		6	escopoletina	A	
		16	isofraxidina	A	
<i>A. campestris</i>	Deliblatska Pescara, Belgrado, Yugoslavia.	7	escoparona	A	459b
		6	escopoletina	A	
<i>A. camphorata</i>	(?), Europa.	16	isofraxidina	A	114
<i>A. canariensis</i>	Tenerife, España.	3	herniarina	A	78
		21	pimpinellina	A	

<i>A. capillaris</i>	Takeda Chemical Industries, Japon. (?), Japon.	7	escoparona	A	272
		7	escoparona	A	235, 348, 202, 340 312, 482 350, 16
	Formosa.	6	escopoletina	A	
		-	ausencia de cumarinas	-	322
		1	cumarina	A	322
		7	escoparona	A	
	6	escopoletina	A		
<i>A. carruthii</i>	El Paso, Texas, USA.	19	dracunculina	A	163
<i>A. caruifolia</i>	Jangimukh, Sibsagu, Assam, India.	12	dafnetina 7-metil éter	A	40
		13	dafnetinadimetil éter	A	
		34	dafnetina 7-metil-8-(3,3-dimetilalil) éter	C	
		14	dafnetinametilén éter	A	
<i>A. carvifolia</i>	(?), China.	9	5,8-dimetoxicumarina	A	359
		14	dafnetinadimetil éter	A	
		8	5,6-dimetoxicumarina	A	
<i>A. chamaemelifolia</i>	(?), URSS.	6	escopoletina	A	35
		24	escopolina	B	

<i>A. compacta</i>	Kirgiz SSR, URSS.	6	escopoletina	A	133
		44	dihidrocumarina	-	
		2	umbeliferona	A	
		6	escopoletina	A	459
		44	dihidrocumarina	-	
		2	umbeliferona	A	
		-	siete cumarinas más no identificadas		
<i>A. diffusa</i>	(?), URSS.	3	herniarina	A	436
<i>A. dracunculoides</i>	Forestdale, Navajo County, Arizona, USA.	14	dafnetinametilén éter	A	217, 336
		19	dracunculina	A	
		33	escopoletina 7-3,3-dimetilalil éter	C	
		7	escoparona	A	
		12	dafnetina 7-metil éter	A	
		6	escopoletina	A	
<i>A. dracunculus</i>	(?), Polonia.	4	esculetina	A	352
	(?), Europa.	3	herniarina	A	430, 431
		7	escoparona	A	
	Tashkent, Uzbekistan SSR, URSS.	3	herniarina	A	224
<i>A. elegantissima</i>	(?), Pakistán.	7	escoparona	A	15

<i>A. feddei</i>	(?), Japón.	3	herniarina	A	323	
		1	cumarina	A	322	
		3	herniarina	A		
		7	escoparona	A		
		6	escopoletina	A		
		16	isofraxidina	A		
		Tohoku, Japón.	5	isoescopoletina	A	338
			6	escopoletina	A	
		Kochi, Japón.	6	escopoletina	A	318, 320
	3	herniarina	A			
<i>A. frigida</i>	(?), URSS.	2	umbeliferona	A	439	
		4	esculetina	A		
<i>A. glutinosa</i>	Ontigola, Toledo, España.	3	herniarina	A	174	
<i>A. gmelinii</i>	(?), URSS.	6	escopoletina	A	95, 464,	
		-	glicósido no identificado de escopoletina	B	463	
	Jardín Botánico de la Universidad de Viena, Austria.	39	farnocrol	D	191	
		40	drimartol A	D		

<i>A. incanescens</i>	Arcos de las Salinas, Teruel, España.	2	umbeliferona	A	37, 307
		6	escopoletina	A	
		16	isofraxidina	A	
		24	escopolina	B	
		25	esculina	B	
<i>A. ireyuiana</i>	(?), URSS.	6	escopoletina	A	278
<i>A. japonica</i>	(?), URSS. (?), Japón.	6	escopoletina	A	278
		1	cumarina	A	322
		3	herniarina	A	
		7	escoparona	A	
		16	isofraxidina	A	
		6	escopoletina	A	
		7	escoparona	A	16
<i>A. judaica</i>	(?), Asia.	2	umbeliferona	A	26
		6	escopoletina	A	
<i>A. laciniata</i>	Burgenland, Austria.	29	desoxilacarol	C	434
		30	lacarol	C	
		31	metillacarol	C	
	Bulgan Aimak, Rep. Pop. de Mongolia.	1	cumarina	A	232
		6	escopoletina	A	

<i>A. lactiflora</i>	(?), China.	3	herniarina	A	481, 148
		2	umbeliferona	A	
	(?), Japón.	1	cumarina	A	418
		3	herniarina	A	
<i>A. lamprocaulos</i>	Polur, Tehran, Irán.	7	escoparona	A	457
<i>A. latifolia</i>	(?), URSS.	2	umbeliferona	A	12
<i>A. longiloba</i>	Virginia City, Montana, USA.	6	escopoletina	A	415
<i>A. martjanovii</i>	(?), URSS.	1	cumarina	A	458
<i>A. messerschmidiana</i>	(?), China.	6	escopoletina	A	199
		5	isoscopoletina	A	
<i>A. molinieu</i>	(?), Europa.	16	isofraxidina	A	63, 223
		40	drimartol A	D	
<i>A. monosperma</i>	(?), Oriente Medio.	3	herniarina	A	201
		6	escopoletina	A	
		2	umbeliferona	A	

<i>A. montana</i>	Tohoku, Japon.	6	escopoletina	A	317, 321
		1	cumarina	A	338
		3	herniarina	A	
		7	escoparona	A	
		16	isofraxidina	A	
<i>A. nova</i>	(?), USA.	25	esculina	B	435
		26	metilesculina	B	
		4	esculetina	A	
		5	isoscopoletina	A	
		2	umbeliferona	A	
		6	escopoletina	A	
		7	escoparona	A	
<i>A. obtusiloba</i>	(?), URSS.	1	cumarina	A	458
<i>A. palustris</i>	(?), URSS.	2	umbeliferona	A	92
<i>A. parviflora</i>	Laddak y Lahaul, Himalaya Oeste.	4	esculetina	A	425
		6	escopoletina	A	
		7	escoparona	A	

<i>A. persica</i>	(?), URSS.	6	escopoletina	A	254, 379
		24	escopolina	B	
	Tashkent, Uzbekistan	37	escopofarnol	D	222, 223
	SSR, URSS.	38	escopodrimol	D	
	Tadshikistan SSR,	37	escopofarnol	D	222, 223
	URSS.	38	escopodrimol	D	
	(?), Eurasia.	40	drimartol A	D	69
	Jardín Botánico de	39	farnocrol	D	191, 223
	la Universidad de	40	drimartol A	D	
Viena, Austria.					
<i>A. pontica</i>	(?), Eurasia.	40	drimartol A	D	69
	Jardín Botánico de la	39	farnocrol	D	191, 223
	Universidad de Viena,	40	drimartol A	D	
Austria					
<i>A. porrecta</i>	(?), URSS.	3	herniarina	A	75
		-	tres cumarinas más no identificadas		
<i>A. princeps</i>	(?), Japón.	1	cumarina	A	321
		3	herniarina	A	
		7	escoparona	A	
		6	escopoletina	A	
		16	isofraxidina	A	

<i>A. ramosa</i>	Roca Negra-Barranco de Maspalomas, Gran Canaria, España.	2	umbeliferona	A	167
		6	escopoletina	A	
		16	isofraxidina	A	
<i>A. rutifolia</i>	Bulgan Aimak, Rep. Pop. Mongolia.	1	cumarina	A	232
		6	escopoletina	A	
<i>A. sacrorum</i>	(?), India.	2	umbeliferona	A	89
<i>A. santolinifolia</i>	(?), Rep. Pop. de Mongolia.	2	umbeliferona	A	36
		6	escopoletina	A	
	Kazakhstan SSR, URSS.	24	escopolina	B	105
	(?), URSS.	6	escopoletina	A	379, 28
		2	umbeliferona	A	
<i>A. scoparia</i>	(?), India.	5	isoescopoletina	A	90, 422,
		6	escopoletina	A	353, 440
		7	escoparona	A	
	(?), China.	7	escoparona	A	230
	(?), URSS.	7	escoparona	A	443, 344
	Belgrado, Yugoslavia.	7	escoparona	A	425
<i>A. scotina</i>	(?), URSS.	17	fraxidina	A	486, 487
		16	isofraxidina	A	488
		15	arscotina	A	
		2	umbeliferona	A	
		6	escopoletina	A	

<i>A. siversiana</i>	(?), URSS.	4	esculetina	A	93
<i>A. silvatica</i>	(?), URSS.	3	herniarina	A	278
<i>A. stelleriana</i>	(?), Japón.	1	cumarina	A	322
		3	herniarina	A	
		7	escòparona	A	
		6	escopoletina	A	
		16	isofraxidina	A	
<i>A. stolonifera</i>	(?), URSS.	3	herniarina	A	278
<i>A. tanacetifolia</i>	Jardín Botánico de Yakutsk, URSS.	34	7-metoxi-8-isopreniloxi-cumarina	C	434
		35	artanina	C	
		29	desoxilacarol	C	
		36	7-isopreniloxi-8-metoxicumarina	C	
		31	metillacarol	C	
<i>A. tridentata ssp. tridentata</i>	(?), USA.	25	esculina	B	435
		4	esculetina	A	
		5	isoescopoletina	A	
		2	umbeliferona	A	
		6	escopoletina	A	

<i>A. tridentata ssp. vaseyana</i>	Missoula, Montana, USA.	5	isoescopoletina	A	415	
		4	esculetina	A		
		25	esculina	B		
		26	magnoliósido	B		
		26	magnoliósido	B		80
		25	esculina	B		
		5	isoescopoletina	A		
		4	esculetina	A		
		2	umbeliferona	A		
		22	eskimmina	B		
		23	cichoriina	B		
7	escoparona	A				
20	artelina	A				
6	escopoletina	A				
<i>A. tridentata ssp. wyomingensis</i>	(?), USA.	25	esculina	B	435	
		26	magnoliósido	B		
		2	umbeliferona	A		
		6	escopoletina	A		
<i>A. tripartita</i>	Albany County, Wyoming, USA	6	escopoletina	A	192	
		16	isofraxidina	A		
		42	tripartol	D		
		39	farnocrol	D		
		43	epoxifarnocrol	D		

<i>A. vestita</i>	Jardín Botánico de	39	farnocrol	D	191, 224
	la Universidad de Viena, Austria.	40	drimartol A	D	
<i>A. vulgaris</i>	Deliblatska Pescara, Belgrado, Yugoslavia.	19	dracunculina	A	429, 336
<i>A. xerophitica</i>	(?), URSS.	4	esculetina	A	45

Tabla 24. Tipos de cumarinas en el subgénero *Artemisia*.

TAXON	TIPO DE CUMARINA			
	A	B	C	D
sección <i>Vulgares</i> :				
<i>A. anomala</i>	3			
<i>A. carruthii</i>	1			
<i>A. feddei</i>	6			
<i>A. montana</i>	5			
<i>A. silvatica</i>	1			
<i>A. stolonifera</i>	1			
<i>A. vulgaris</i>	1			
<hr/>				
Subtotal	18			
sección <i>Abrotanum</i> :				
<i>A. annua</i>	4			
<i>A. apiacea</i>	6		2	
<i>A. caruifolia</i>	3		1	
<i>A. carvifolia</i>	3			
<i>A. elegantissima</i>	1			
<i>A. judaica</i>	2			
<i>A. lactiflora</i>	3			
<i>A. messerschmidiana</i>	2			
<i>A. palustris</i>	1			
<i>A. princeps</i>	5			
<i>A. rutifolia</i>	2			
<i>A. stelleriana</i>	5			
<hr/>				
Subtotal	37		3	



TAXON	A	B	C	D
sección <i>Absinthium</i> :				
<i>A. assoana</i>	3			
<i>A. martjanovii</i>	1			
<i>A. obtusiloba</i>	1			
<hr/>				
Subtotal	5			
serie <i>Frigidae</i> :				
<i>A. canariensis</i>	2			
<i>A. frigida</i>	2			
<i>A. siversiana</i>	1			
<hr/>				
Subtotal	5			
<hr/>				
Total del subgénero <i>Artemisia</i>	89	8	16	14

Tabla 25. Tipos de cumarinas en el subgénero *Seriphidium*.

TAXON	TIPO DE CUMARINA			
	A	B	C	D
<i>A. compacta</i>	2			
<i>A. diffusa</i>	1			
<i>A. porrecta</i>	1			
<i>A. ramosa</i>	3			
<i>A. scotina</i>	5			
<hr/>				
Total del subgénero <i>Seriphidium</i>	12			

Tabla 26. Tipos de cumarinas en el subgénero *Dracunculus*.

TAXON	TIPO DE CUMARINA			
	A	B	C	D
<i>A. campestris</i>	2			
<i>A. capillaris</i>	3			
<i>A. dracunculoides</i>	5		1	
<i>A. dracunculus</i>	3			
<i>A. glutinosa</i>	1			
<i>A. japonica</i>	5			
<i>A. lamprocaulos</i>	1			
<i>A. monosperma</i>	3			
<i>A. parviflora</i>	3			
<i>A. scoparia</i>	3			
<b>Total del subgénero</b> <b><i>Dracunculus</i></b>	<b>29</b>		<b>1</b>	

Tabla 27. Tipos de cumarinas en el subgénero *Tridentatae*.

TAXON	TIPO DE CUMARINA			
	A	B	C	D
<i>A. arbuscula arbuscula</i>	2			
<i>A. longiloba</i>	1			
<i>A. nova</i>	5	2		
<i>A. tridentata tridentata</i>	4	1		
<i>A. tridentata vaseyana</i>	6	4		
<i>A. tripartita</i>	2			3
<b>Total del subgénero</b> <b><i>Tridentatae</i></b>	<b>20</b>	<b>7</b>		<b>3</b>

nuevo de manifiesto una posible relación entre el grupo *Heterophyllae* del subgénero *Artemisia* y el subgénero *Dracunculus*.

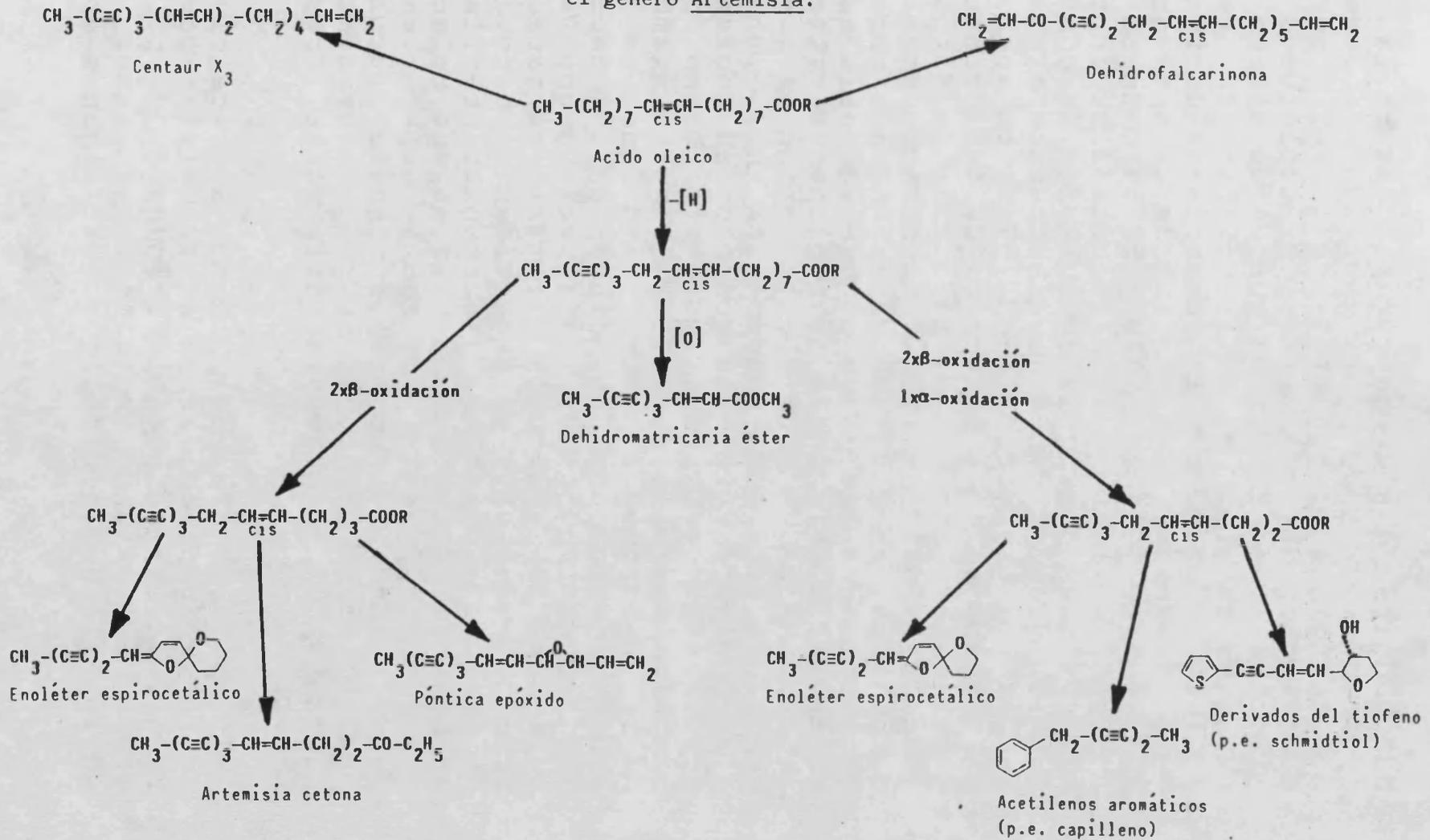
Los cumarin-sesquiterpén éteres poseen también una restringida distribución en *Artemisia*. Hasta hace poco, este tipo de compuestos se conocían solo en las resinas de plantas del género *Ferula* y de algunas otras de la familia *Umbelliferae* estrechamente relacionados con éste (Greger, 1982); la parte cumarinica de todos estos componentes es umbelliferona. En *Artemisia* se ha comprobado que la isofraxidina y la escopoletina, en menor medida esta última, son la porción cumarinica de estos productos. Comparaciones extensivas sobre la aparición de estos metabolitos secundarios de las raíces en plantas del género *Artemisia*, demuestran que son típicos de táxones de la sección *Abrotanum*, en particular de las series *Ponticae* y *Vestitae*. *A. alba*, especie muy variable y con representantes absintoides y abrotanoides, presenta una gran cantidad de albartina, un sesquiterpén-cumarin éter, lo que hace más plausible su inclusión entre las de *Abrotanum* (Greger et al, 1982a). Algo similar ocurre con *A. persica*, considerada por algunos botánicos como *Absinthium*, a causa de sus pelos receptaculares, y por otros como *Abrotanum* debido a su morfología foliar y algunos datos quimiotaxonómicos; la aparición en ella de estos sesquiterpén éteres cumarinicos apoya su pertenencia a *Abrotanum* (Hofer y Greger, 1984). De interés sistemático especial es el reciente descubrimiento en *A. tripartita* (subgénero *Tridentatae*) de siete sesquiterpén-cumarin éteres de la isofraxidina, lo que abunda en la posible relación entre las *Tridentatae* americanas y los representantes de la sección *Abrotanum* del subgénero *Artemisia* (Greger et al, 1983).

### Poliacetilenos de *Artemisia*

Los poliacetilenos son el grupo de metabolitos secundarios mejor investigado en *Anthemideae*. Ya que se conoce la biogénesis de muchos de estos productos, se pueden establecer conclusiones a partir de su progresión química y quizá de su significación filogenética en la tribu *Anthemideae*. Experiencias con precursores marcados con  $^{14}\text{C}$  y  $^3\text{H}$  han demostrado que todos los acetilenos naturales de las *Artemideas* derivan del ácido oleico (Bohlmann et al, 1979b) (figura 18). La mayoría de estos poliacetilenos característicos de *Anthemideae* se encuentran en especies del género *Artemisia*, y las distintas tendencias biogénéticas y de acumulación de éstos, contribuyen a un agrupamiento que concuerda muy bien con la clasificación infragenérica tradicional.

En plantas del subgénero *Artemisia* se producen los acetilenos más diversificados y, a menudo, en grandes cantidades. Los enoléteres espirocetálicos están ampliamente distribuidos entre las especies de las secciones *Vulgares* y *Absinthium*, y representan la ruta biogénética mayoritaria en el grupo de *A. mutellina* (*A. eriantha*, *A. genipi*, *A. mutellina*) y en las especies norteamericanas *A. scopulorum* y *A. pattersonii*. Estos enoléteres espirocetálicos pueden aparecer como tiofenos (*A. verlotiorum*, *A. incisa*, *A. ludoviciana*) o como epoxi-derivados (*A. douglasiana*) (Greger, 1982). Otros tipos de acetilenos que se encuentran frecuentemente en estas dos secciones son los derivados de dehidromatricaria éster (Drake y Lam, 1974; Bohlmann et al, 1982; Jakupovic et al, 1986). El grupo de *A. absinthium* (serie *Frigidae*) se caracteriza por poseer espirocetalenol éteres y tiofenos

Figura 18 Biosíntesis de poliacetilenos en el género Artemisia.



derivados de dehidromatricaria éster; las especies *A. frigida* y *A. austriaca* se separan del resto de componentes de la serie por la acumulación de *cis*-C<sub>14</sub>- y C<sub>13</sub>-enoléteres espirocetálicos. Ya vimos que estas mismas dos especies también se diferenciaban del resto de las *Frigidae* por la ausencia de derivados de la sesamina, característicos de este grupo de plantas (Greger, 1978 y 1979a). En la mayoría de miembros de la sección *Abrotanum* se observa que domina la acumulación de pónica epóxido, reemplazando aparentemente a la de enoléteres espirocetálicos. También aparecen en algunos táxones derivados de dehidromatricaria éster, como en *A. palustris* de Mongolia (Huneck et al, 1985). Concentraciones altas de pónica epóxido se han encontrado específicamente en los miembros de la serie asiática *Vestitae*, y en la probablemente relacionada *A. afra* de Sudáfrica. También es característica esta ruta biogenética en *A. pontica* y *A. persica*, que han mostrado un contenido acetilénico casi idéntico; este hecho apoya las afinidades de *A. persica* con los miembros de la sección *Abrotanum*, taxon que es incluido por algunos botánicos en la sección *Absinthium* (Poljakov, 1961). El grupo *Heterophyllae* de la sección *Abrotanum* se caracteriza por contener gran cantidad de derivados de dehidrofalcarinona y presentar acetilenos aromáticos. Esto hace pensar en una relación más estrecha de lo que cabía esperar entre estas plantas y las del subgénero *Dracunculus*, lo cual es apoyado por otras evidencias fitoquímicas relatadas anteriormente (Greger, 1982).

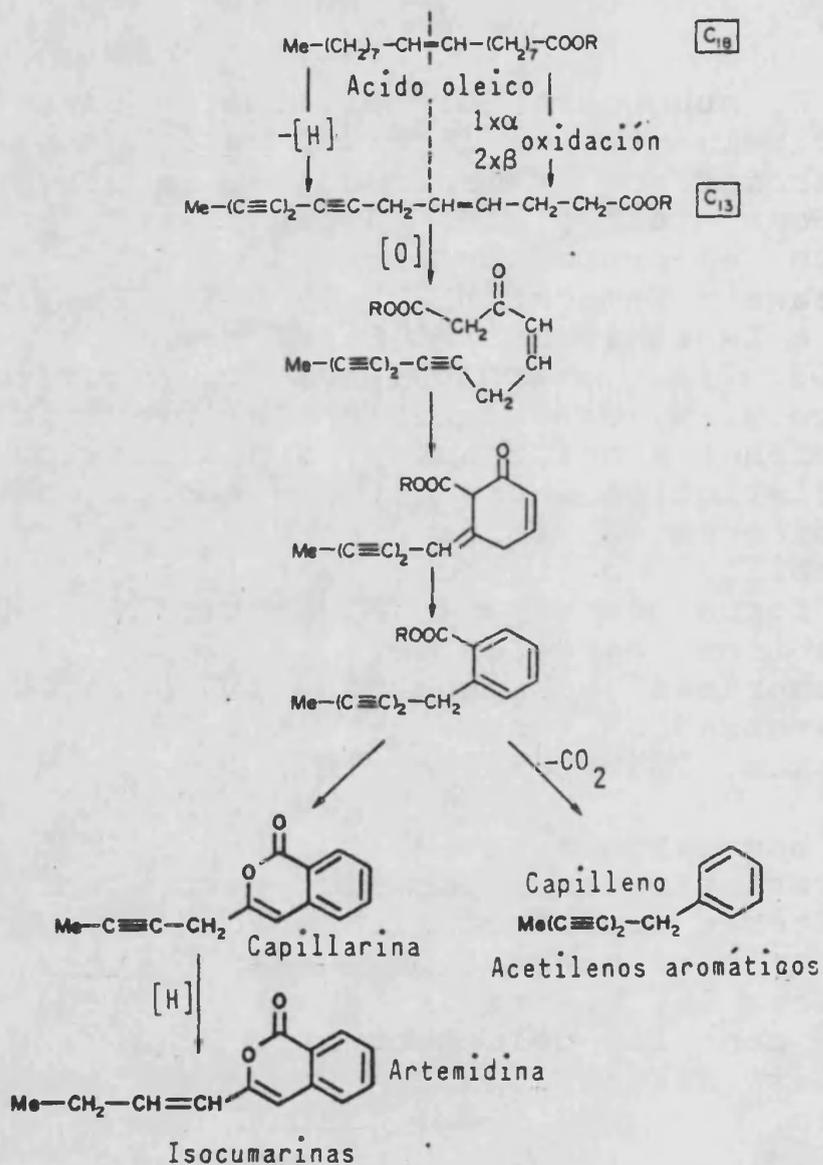
El subgénero *Seriphidium* aparece claramente separado del resto de artemisias por un gran decrecimiento en la producción de poliacetilenos, estando totalmente ausentes los enoléteres espirocetálicos. En algunas espe-

cies, la formación de pónica epóxido (*A. lercheana*, *A. caerulescens* ssp. *gallica*) recuerda a los miembros de *Abrotanum* (Greger, 1982).

El subgénero *Dracunculus* se caracteriza principalmente por la acumulación de acetilenos aromáticos y derivados de la dehidrofalcarinona, tal y como ya hemos visto que ocurre en el grupo *Heterophyllae* (Yano, 1975; Miyazawa y Kameoka, 1975a y b, 1976a y b; Harada e Iwasaki, 1982). En el grupo de *A. dracunculus* (*A. dracunculus*, *A. pamirica*, *A. glauca* y *A. dracunculiformis*) predominan los acetilenos aromáticos, y es posible una hacer una distinción entre estas especies en base a las diferentes tendencias de acumulación de isocapilleno o isocumarinas (figura 19). De esta forma se separa *A. dracunculus* de las otras tres especies por la acumulación de isocumarinas, compuestos filogenéticamente más avanzados (Greger et al, 1977; Greger y Bohlmann, 1979; Greger, 1979b).

Las artemisias del subgénero *Tridentatae* se caracterizan por la acumulación de enoléteres espirocetálicos, además de presentar otros compuestos poliacetilénicos, lo que refuerza la hipótesis de su estrecho parentesco con las del subgénero *Artemisia* y no con las del *Seriphidium* como se había propuesto.

Por último, la ampliamente distribuida *A. annua*, presenta como característica biosintética principal la acumulación de pónica epóxido lo que, unido a una serie de características morfológicas, indica una estrecha relación con la serie *Vestitae*. Por otra parte, *A. biennis* y *A. tournefortiana*, consideradas muy próximas a *A. annua* (Poljakov, 1961), pueden separarse de ésta por la gran



**Figura 19** Supuestas vías biosintéticas de los acetilenos aromáticos característicos del grupo de Artemisia dracunculus.

acumulación de enoléteres espirocetálicos que  
presentan.



## **Experimental**



Las especies *Artemisia incanescens* Jordan y *A. assoana* Willk., objeto de nuestro estudio, fueron recogidas en Arcos de las Salinas (octubre de 1984) y en Estación de la Puebla de Valverde, Teruel (diciembre de 1984), respectivamente. Se separaron las raíces de las partes aéreas, y ambas porciones se secaron a temperatura ambiente para ser después finamente molidas. Se obtuvieron las cantidades de polvo de planta siguientes:

<i>A. incanescens</i> :	raíces: 280 g.
	partes aéreas: 500 g.
<i>A. assoana</i> :	raíces: 350 g.
	partes aéreas: 3000 g.

#### Extracción de *A. incanescens*

Las partes aéreas se maceraron a temperatura ambiente con metanol:agua (4:1) (5 L, 2 días) y, posteriormente, con metanol:agua (1:1) (6 L, 3 días). Ambos extractos se combinaron, se concentraron a presión reducida para eliminar el metanol, y fueron extraídos sucesivamente con éter dietílico (4 L) y acetato de etilo (7 L). los extractos concentrados y secos proporcionaron 5 y 11 g de residuo, respectivamente.

Las raíces de *A. incanescens* fueron extraídas a temperatura ambiente con hexano:éter dietílico (1:1) (3 L, 7 días) y, posteriormente con éter dietílico (3 L, 7 días). Ambos extractos fueron combinados y concentrados a sequedad, proporcionando 3 g de residuo.

### Extracción de *A. assoana*

Las partes aéreas fueron tratadas en la misma forma que *A. incanescens*, utilizándose es esta ocasión 25 L de metanol:agua 4:1 (7 días) y 10 L de metanol:agua 1:1 (13 días) en la maceración. La combinación de ambos extractos fue seguida de su concentración a presión reducida para eliminar el metanol; el extracto acuoso resultante fue extraído con hexano (6 L), éter dietílico (6 L) y acetato de etilo (6 L), sucesivamente. Los residuos obtenidos fueron 14 g (hexánico), 23 g (etéreo) y 5 g (de acetato de etilo).

Las raíces fueron tratadas exactamente igual que las de *A. incanescens*, obteniéndose un residuo de 7 g.

### Aislamiento e identificación de los componentes de *A. incanescens*.

El proceso cromatográfico para llegar al aislamiento de sustancias puras se esquematiza en las figuras 20-22. Las claves y detalles de cada uno de los métodos empleados se dan en el apéndice 6. Los espectros de Resonancia Magnética Nuclear se han realizado en un espectrómetro Bruker AC 200, a 200.13 MHz para  $^1\text{H}$  y a 50.32 MHz para  $^{13}\text{C}$ . Las señales de los solventes hexadeuterio-dimetilsulfóxido ( $\text{DMSO-d}_6$ ) a  $\delta$  2.49 ( $^1\text{H}$ ) y  $\delta$  39.5 ( $^{13}\text{C}$ ) y deuterocloroformo ( $\text{CDCl}_3$ ) a  $\delta$  7.25 ( $^1\text{H}$ ) y  $\delta$  77.03 ( $^{13}\text{C}$ ), han sido utilizadas como referencia interna. En los casos que se usan otros solventes deuterados, la referencia es respecto al tetrametilsilano (TMS). Los espectros de masas se han realizado en un apa-

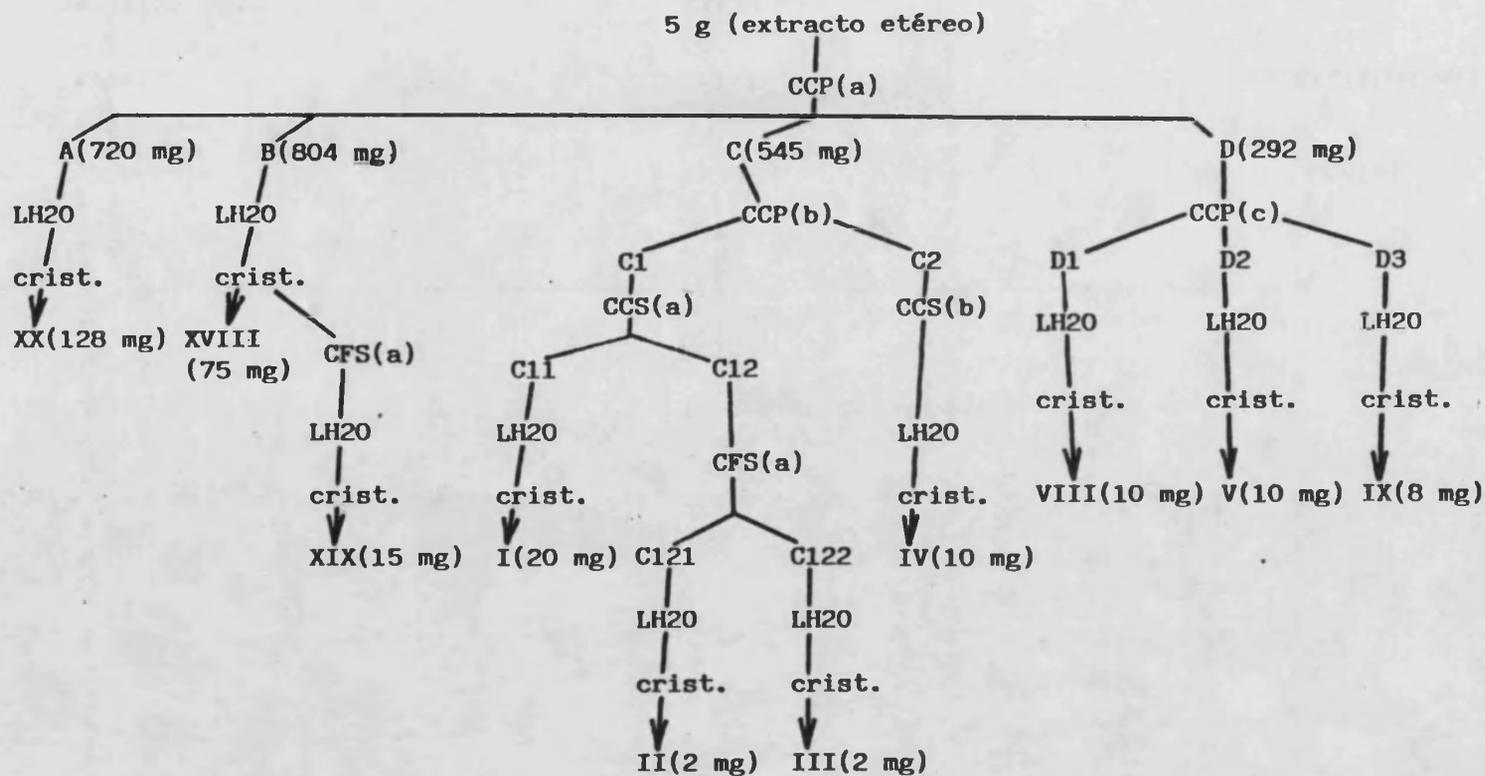
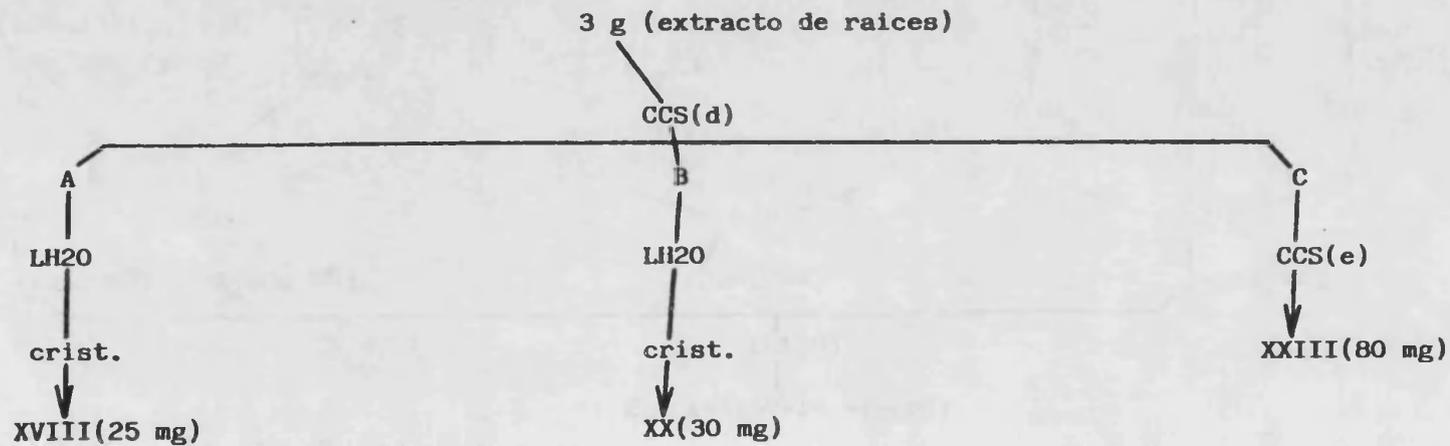
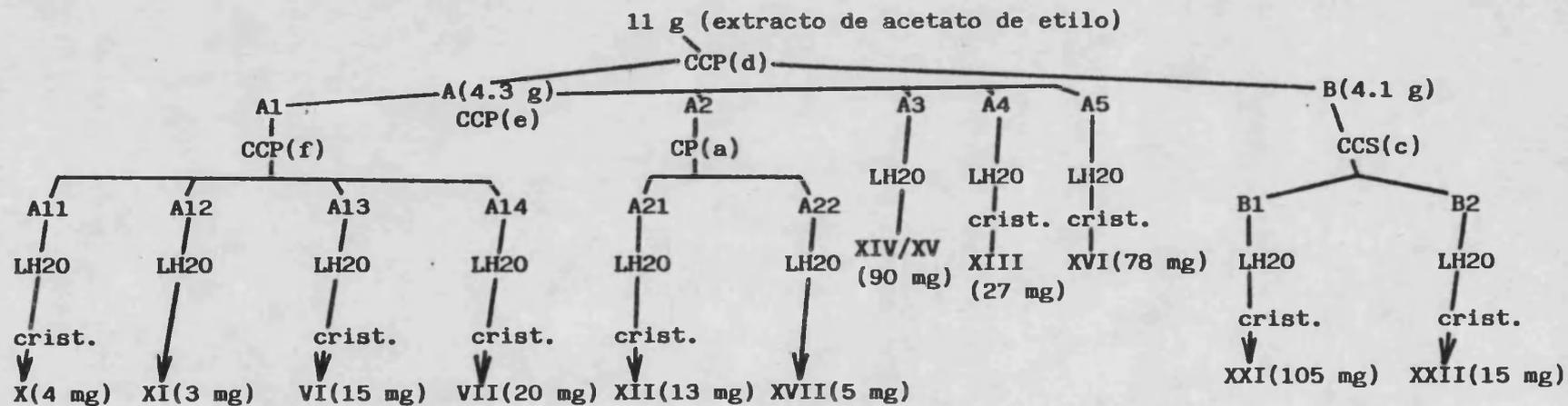


Figura 20



Figuras 21 y 22

rato Varian MAT 731 a 70 eV por la técnica de impacto electrónico (EI-MS). Para espectroscopia de absorción ultravioleta-visible se ha utilizado un espectrómetro Beckman DU-8 y para la absorción infrarroja un Perkin-Elmer 281; los espectros de infrarrojo se han realizado en discos de KBr (productos sólidos) o pastillas de NaCl (aceites). Las cromatografías de gases se han llevado a cabo en un Hewlett Packard 5170A, usando la columna y condiciones descritas por la bibliografía (Markham, 1982).

**SANTINA I** (20 mg).- agujas amarillas (metanol) de punto de fusión 157-9°C (sin descomposición). Para datos espectroscópicos ver Resultados.

Bibliografía.- Wagner et al, 1977.

**CASTICINA II** (2 mg).- agujas amarillas (metanol) de punto de fusión 156-8°C (sin descomposición). Para datos espectroscópicos ver Resultados.

Bibliografía.- Timmermann et al, 1979.

**PENDULETINA III** (2 mg).- agujas amarillas (metanol) de punto de fusión 214-6°C (sin descomposición). Para datos espectroscópicos ver Resultados.

Bibliografía.- Farkas et al, 1966.

**CENTAUREIDINA IV** (10 mg).- agujas amarillas (metanol) de punto de fusión 196-7°C (sin descomposición). Para datos espectroscópicos ver Resultados.

Bibliografía.- Farkas et al, 1964.

**AXILLARINA V** (10 mg).- agujas amarillas (metanol) de punto de fusión 119-21°C (sin descomposición). Para datos espectroscópicos ver Resultados.

Bibliografía.- Herz et al, 1966.

**KAEMPFEROL VI** (15 mg).- agujas amarillas (metanol) de punto de fusión 275-7°C (sin descomposición). Para datos espectroscópicos ver Resultados.

Bibliografía.- Mabry et al, 1970; Harborne y Mabry, 1982.

**QUERCETINA VII** (20 mg).- agujas amarillas (metanol) de punto de fusión 313-5°C (sin descomposición). Para datos espectroscópicos ver Resultados.

Bibliografía.- Mabry et al, 1970; Lallemand y Duteil, 1977.

**QUERCETINA 3,4'-DIMETIL ETER VIII** (10 mg).- agujas amarillas (metanol) de punto de fusión 218-20°C (sin descomposición). Para datos espectroscópicos ver Resultados.

Bibliografía.- Kupchan y Bauerschmidt, 1971.

**QUERCETINA 3-METIL ETER IX** (8 mg).- agujas amarillas (metanol) de punto de fusión 249-51°C (sin descomposición). Para datos espectroscópicos ver Resultados.

Bibliografía.- Dillon et al, 1976.

**ISORAMNETINA X** (4 mg).- agujas amarillas (metanol) de punto de fusión 300-2°C (sin descomposición). Para datos espectroscópicos ver Resultados.

Bibliografía.- Mabry et al, 1970; Harborne y Mabry, 1982.

**6-METOXIKAEMPFEROL XI** (3 mg).- polvo amarillo que no pudo ser cristalizado. Para datos espectroscópicos ver Resultados.

Bibliografía.- Lebreton et al, 1971.

**KAEMPFEROL 3-O-GLUCOSIDO XII** (astragalina) (13 mg).- agujas amarillas (metanol acuoso) de punto de fusión 160-2°C (sin descomposición). Para datos espectroscópicos de <sup>1</sup>H RMN y UV ver Resultados.

Espectro de <sup>13</sup>C RMN (DMSO-d<sub>6</sub>) δ: 177.25 (C4), 164.86 (C7), 161.13 (C5), 159.90 (C4'), 156.70/156.53 (C2/C9), 133.18 (C3), 130.82 (C2'/C6'), 120.86 (C1'), 115.07 (C3'/C5'), 103.70 (C10), 101.41 (C1''), 100.75 (C1'''), 98.89 (C6), 93.82 (C8), 76.35 (C3''), 75.72 (C5''), 74.15 (C2''), 71.80 (C4'''), 70.58 (C4''), 70.32 (C2'''), 69.89 (C3'''), 68.22 (C5'''), 66.88 (C6''), 17.71 (C6''').

Hidrólisis.- realizada con HCl 2N (100°C) durante 30 min. Extracción del aglicón con acetato de etilo e identificación del azúcar por cromatografía de gases como trimetilsilil derivado según la bibliografía (Markham, 1982).

Bibliografía.- Mabry et al 1970; Harborne y Mabry 1982.

**KAEMPFEROL 3-O-RUTINOSIDO XIII** (nicotiflorina) (27 mg).- agujas amarillas (metanol acuoso) de punto de fusión 160-2°C (sin descomposición). Para datos espectroscópicos de <sup>1</sup>H RMN y UV ver Resultados.

Espectro de <sup>13</sup>C RMN (DMSO-d<sub>6</sub>) δ:  
177.43/177.39 (C4), 164.55/164.51 (C7),  
161.23 (C5), 156.36/156.18/156.12 (C2/C9),  
148.51 (C4'), 144.84 (C3'), 133.48/133.31  
(C3), 121.99/121.60 (C6), 121.16/121.09  
(C1'), 115.22 (C2'), 103.87/103.80 (C10),  
101.87 (C1" galactosa), 100.92 (C1" glucosa),  
98.78 (C6), 93.56 (C8), 77.56/76.53 (C3"/C5"  
glucosa), 75.84 (C5" galactosa), 74.11 (C2"  
glucosa), 73.22 (C3" galactosa), 71.23 (C2"  
galactosa), 69.95 (C4" glucosa), 67.93 (C4"  
galactosa), 60.99 (C6" glucosa), 60.14 (C6"  
galactosa).

Hidrólisis.- realizada en las mismas condiciones que para el compuesto XII.

Bibliografía.- Marco et al, 1985; Markham et al, 1978.

**ISOQUERCITRINA XIV/HIPERINA XV** (90 mg).- polvo amarillo que presenta una mezcla aproximadamente 1:1 de ambos glicósidos de la quercetina y que no resolvimos. Para datos espectroscópicos de <sup>1</sup>H RMN y UV ver Resultados.

Espectro de <sup>13</sup>C RMN (DMSO-d<sub>6</sub>) δ: 177.36  
(C4), 164.06 (C7), 161.21 (C5), 156.59 (C2),  
156.42 (C9), 148.39 (C4'), 144.73 (C3'),  
133.31 (C3), 121.58 (C6'), 121.18 (C1'),  
116.27 (C2'), 115.22 (C5'), 103.96 (C10),  
101.53 (C1"), 100.73 (C1"'), 98.67 (C6),  
93.55 (C8), 76.47/75.89 (C3"/C5"), 74.07  
(C2"), 71.86 (C4"'), 70.56/70.36/70.00

(C4"/C2"/C3"), 68.22 (C5"), 66.98 (C6"), 17.71 (C6").

Hidrólisis.- realizada en las mismas condiciones que para el compuesto XII. Las cromatografías de gases de los trimetilsil-derivados de los azúcares, permitieron estimar una mezcla aproximadamente equimolecular de glucosa y galactosa.

Bibliografía.- Barberá et al, 1986b; Harborne y Mabry, 1982.

RUTINA XVI (78 mg).- agujas amarillas (agua) de punto de fusión 188-90°C (sin descomposición). Para datos espectroscópicos ver Resultados.

Hidrólisis.- realizada en las mismas condiciones que para el compuesto XII.

Bibliografía.- Marco et al, 1985; Lallemand y Duteil, 1977.

ISORAMNETINA 3-O-GLUCOSIDO XVII (5 mg).- polvo amarillo que no pudo ser obtenido en forma cristalina. Para datos espectroscópicos ver Resultados.

Hidrólisis.- realizada en las mismas condiciones que para el compuesto XII.

Bibliografía.- Mabry et al, 1970; Harborne y Mabry, 1982.

ESCOPOLETINA XVIII (105 mg).- agujas de color amarillo pálido (CHCl<sub>3</sub>) de punto de fusión 204-5°C (con descomposición). Para datos de RMN ver Resultados.

Espectro UV  $\lambda_{max}$  nm: (MeOH) 228, 253, 260h, 290, 347; (+NaOMe) 242, 277h, 400.

Espectro de masas. m/z (int.rel.): 192  
(75) (M)<sup>+</sup>, 177 (53) (M-Me)<sup>+</sup>, 164 (33)  
(M-CO)<sup>+</sup>, 149 (67) (M-COMe)<sup>+</sup>, 121 (47)  
(149-CO)<sup>+</sup>

Bibliografía.- Murray et al, 1982.

UMBELIFERONA XIX (15 mg).- agujas de color amarillo pálido (H<sub>2</sub>O) de punto de fusión 225-6°C (sin descomposición). Para datos de RMN ver Resultados.

Espectro UV  $\lambda_{max}$  nm: (MeOH) 217, 254, 300h, 326; (+NaOMe) 230h, 270h, 310h, 370.

Bibliografía.- Murray et al, 1982; Dudeck y Kaiser, 1982.

ISOFRAOXIDINA XX (158 mg).- agujas de color amarillo pálido (H<sub>2</sub>O) de punto de fusión 147-9°C (sin descomposición). Para datos de RMN ver Resultados.

Espectro UV  $\lambda_{max}$  nm: (MeOH) 228, 250h, 315h, 343; (+NaOMe) 242, 260h, 400.

Espectro de masas. m/z (int.rel.): 222  
(100) (M)<sup>+</sup>, 207 (37) (M-Me)<sup>+</sup>, 194 (30)  
(M-CO)<sup>+</sup>, 179 (37) (M-COMe)<sup>+</sup>, 151 (29)  
(179-CO)<sup>+</sup>.

Bibliografía.- Murray et al, 1982.; Tsukamoto et al, 1985.

ESCOPOLINA XXI (105 mg).- agujas blancas (H<sub>2</sub>O) de punto de fusión 217-9°C (sin descomposición). Para datos de RMN ver Resultados.

Espectro UV  $\lambda_{max}$  nm: (MeOH) 227, 250h, 255h, 290, 340. No se afecta por la adición de NaOMe.

Hidrólisis.- Realizada en las mismas condiciones que para el compuesto XII.

Bibliografía.- Murray et al, 1982.

ESCULINA XXII (15 mg).- agujas de color amarillo muy pálido (H<sub>2</sub>O) de punto de fusión 198-200°C (sin descomposición). Para datos de RMN ver Resultados.

Espectro UV  $\lambda_{max}$  nm: (MeOH) 222h, 246h, 296, 335, 374h; (+NaOMe) 238, 275h, 315h, 379.

Hidrólisis.- Realizada en las mismas condiciones que para el compuesto XII.

Bibliografía.- Murray et al, 1982; Dudeck y Kaiser, 1982.

CONIFEROL XXIII (80 mg).- sólido blanco de punto de fusión 75-6°C, muy inestable (sensible a la luz, atmósfera y temperatura). Fue comparado por RMN (<sup>1</sup>H y <sup>13</sup>C) y cromatografía en capa fina de gel de sílice en varios solventes con patrón de coniferol (Aldrich 22.373-5).

Espectro de <sup>1</sup>H RMN (CDCl<sub>3</sub>)  $\delta$ : 6.90-6.80 (m, H<sub>2</sub>, H<sub>5</sub> y H<sub>6</sub>), 6.52 (dt, J<sub>s</sub>= 15.8 y 1.3 Hz; H <sub>$\gamma$</sub> ), 6.20 (dt, J<sub>s</sub>= 15.8 y 5.9 Hz; H <sub>$\beta$</sub> ), 4.29 (dd, J<sub>s</sub>= 5.9 y 1.3 Hz; H <sub>$\alpha$</sub> ), 3.88 (s, OMe).

Espectro de <sup>13</sup>C RMN (CDCl<sub>3</sub>)  $\delta$ : 146.67 (C<sub>3</sub>), 145.60 (C<sub>4</sub>), 131.35 (C <sub>$\gamma$</sub> ), 129.26 (C<sub>1</sub>), 126.15 (C <sub>$\beta$</sub> ), 120.29 (C<sub>6</sub>), 114.50 (C<sub>5</sub>), 108.42 (C<sub>2</sub>), 63.79 (C <sub>$\alpha$</sub> ), 55.87 (OMe).

Espectro UV  $\lambda_{max}$  nm: (MeOH) 267, 284h, 300h; (+NaOMe) 289, 315h.

Espectro IR  $\nu_{\max}$   $\text{cm}^{-1}$ : 3360, 2912, 1595, 1515, 1460, 1450, 1429, 1275, 1155, 1125, 1033.

Bibliografía: Van Sumere y Lea, 1985.

#### Aislamiento e identificación de los componentes de *A. assoana*

El proceso cromatográfico para el aislamiento de sustancias puras de esta planta, se esquematiza en las figuras 23-26. Las claves y detalles de cada uno de los métodos se dan en el apéndice 6. Los aparatos utilizados en la identificación de estos compuestos son los mismos ya descritos para los de *A. incanescens*, con la excepción de los espectros de RMN de las lactonas sesquiterpénicas, en los que se ha utilizado un espectrómetro Bruker AM-300 a 300.13 MHz ( $^1\text{H}$ ) y 75.47 ( $^{13}\text{C}$ ).

**ESCOPOLETINA XVIII** (35 mg).- Para datos ver el mismo componente aislado de *A. incanescens*.

**UMBELIFERONA XIX** (50 mg).- Para datos ver el mismo componente aislado de *A. incanescens*.

**ISOFRAXIDINA XX** (30 mg).- Para datos ver el mismo componente aislado de *A. incanescens*.

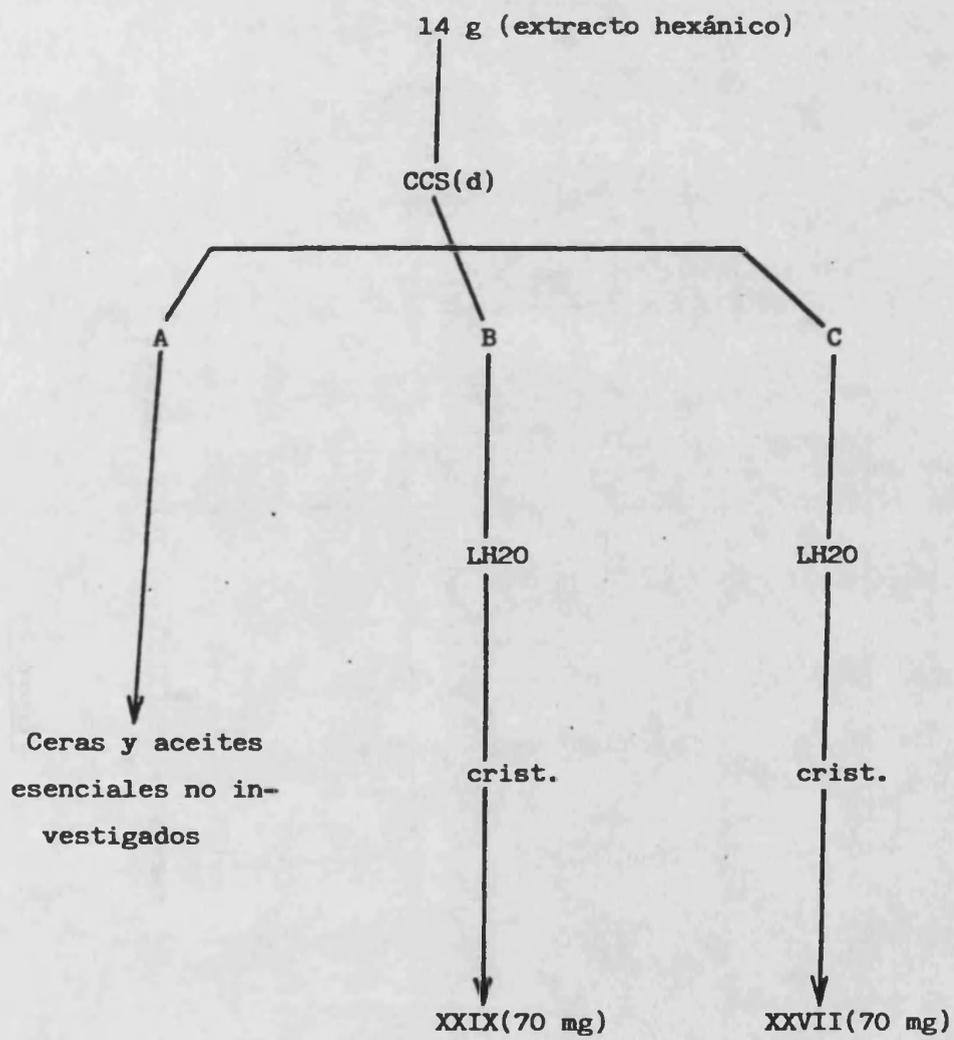


Figura 23

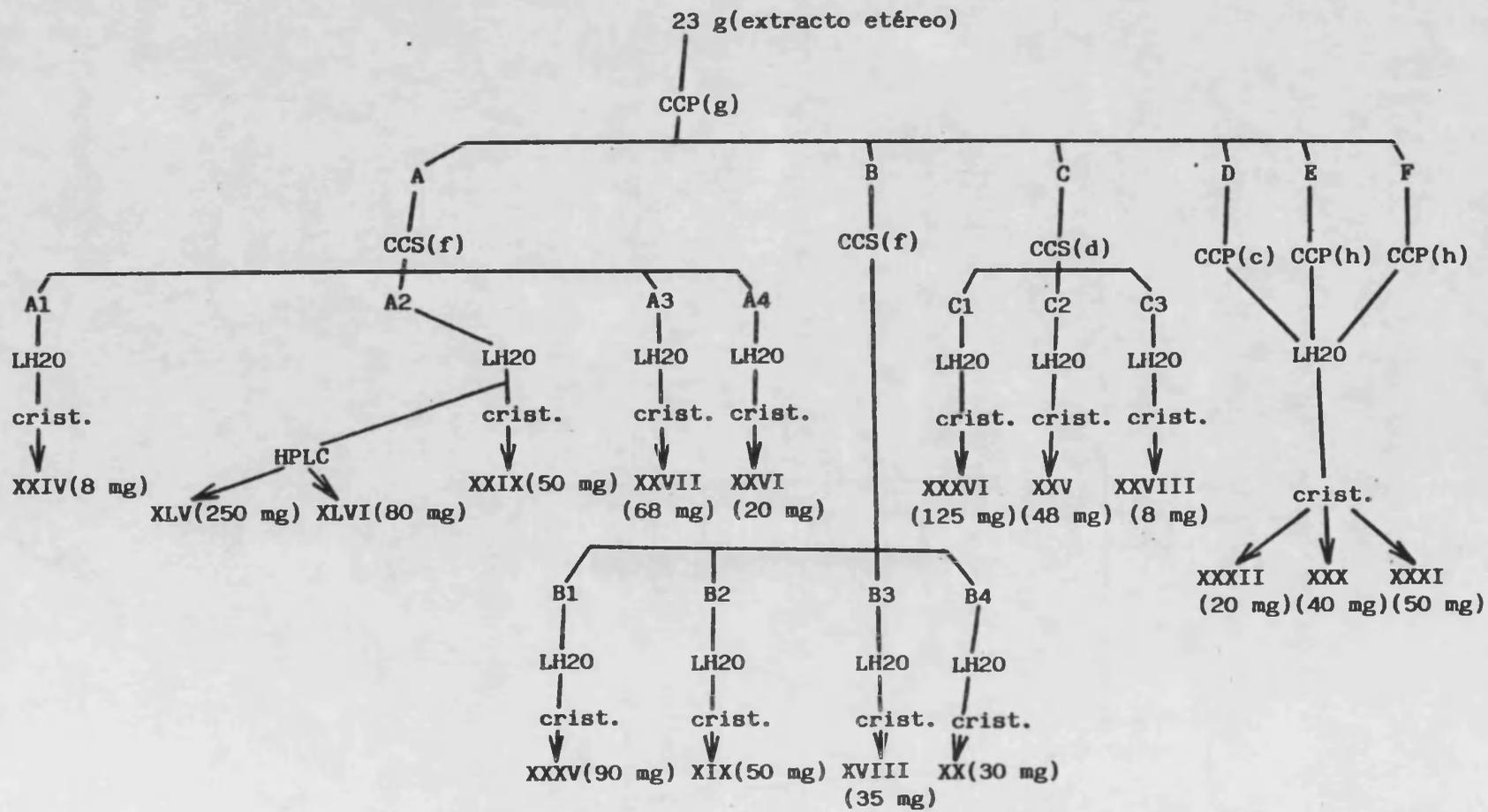


Figura 24

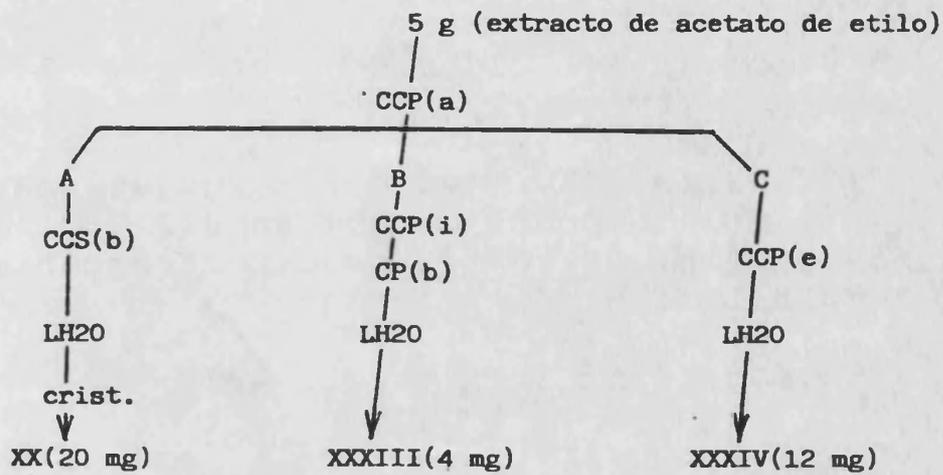


Figura 25

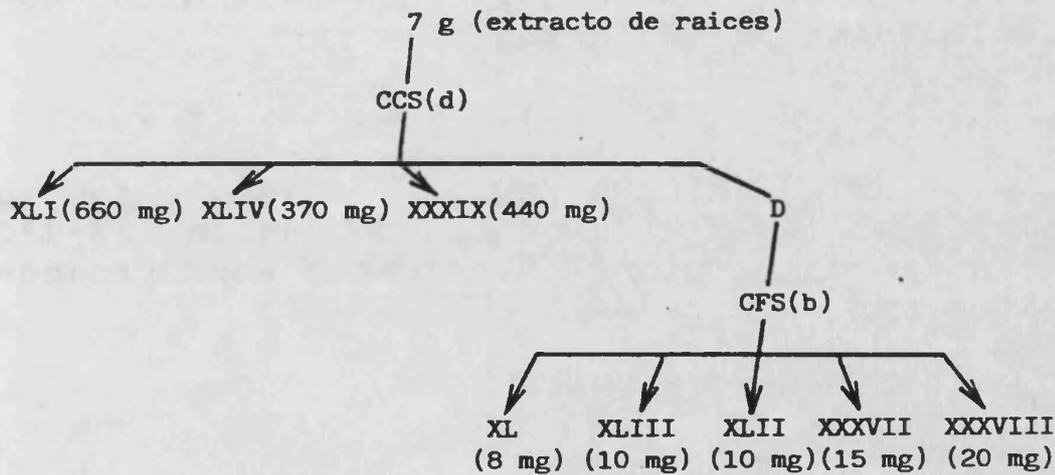


Figura 26

SALVIGENINA XXIV (8 mg).- prismas amarillos (MeOH) de punto de fusión 188-9°C (sin descomposición). Para datos espectroscópicos ver Resultados.

Bibliografía: Ulubelen et al, 1982; Harborne y Mabry, 1982.

JACEOSIDINA XXV (48 mg).- agujas amarillas (EtOAc) de punto de fusión 228-9°C (sin descomposición). Para datos espectroscópicos ver Resultados.

Bibliografía: Herz et al, 1970.

CIRSILINEOL XXVI (20 mg).- agujas amarillas (MeOH) de punto de fusión 150-2°C (sin descomposición). Para datos espectroscópicos ver Resultados.

Bibliografía: Segal et al, 1973.

4'-METILCIRSILINEOL XXVII (138 mg).- agujas amarillas (MeOH) de punto de fusión 192-4°C (sin descomposición). Para datos espectroscópicos ver Resultados.

Bibliografía: Fraser y Lewis, 1974.

6-METOXITRICINA XXVIII (8 mg).- agujas amarillas (MeOH) de punto de fusión 223-4°C (sin descomposición). Para datos espectroscópicos ver Resultados.

Bibliografía: Herz et al, 1980.

**ARTEMETINA XXIX** (120 mg).- agujas amarillas (MeOH) de punto de fusión 160-1°C (sin descomposición). Para datos espectroscópicos ver Resultados.

Bibliografía: Mabry et al, 1970; Agrawal y Rastogi, 1981.

**APIGENINA XXX** (40 mg).- prismas amarillos (MeOH) de punto de fusión 342-4°C (sin descomposición). Para datos espectroscópicos ver Resultados.

Bibliografía: Mabry et al, 1970; Harborne y Mabry, 1982.

**LUTEOLINA XXXI** (50 mg).- placas amarillas (MeOH) de punto de fusión 328-30°C (sin descomposición). Para datos espectroscópicos ver Resultados.

Bibliografía: Mabry et al, 1970; Harborne y Mabry, 1982.

**CRISOERIOL XXXII** (50 mg).- prismas amarillos (MeOH) de punto de fusión 324-6°C (sin descomposición). Para datos espectroscópicos ver Resultados.

Bibliografía: Mabry et al, 1970; Harborne y Mabry, 1982.

**APIGENINA 7-O-RUTINOSIDO XXXIII** (isohofolina) (4 mg).- polvo amarillo que no pudo ser obtenido en forma cristalina (punto de fusión de la bibliografía 250-65°C (MeOH) (Karrer, 1958)). Para datos espectroscópicos ver Resultados.

Hidrólisis.- realizada en las mismas condiciones que para el compuesto XII.

Bibliografía: Nordby et al, 1968.

LUTEOLINA 7-O-GLUCOSIDO XXXIV (12 mg).- polvo amarillo que no pudo ser obtenido en forma cristalina (punto de fusión de la bibliografía 250-8°C (EtOH) (Karrer, 1958)). Para datos espectroscópicos ver Resultados.

Hidrólisis.- realizada en las mismas condiciones que para el compuesto XII.

Bibliografía: Mabry et al, 1970; Harborne y Mabry, 1982.

*p*-HIDROXIACETOFENONA XXXV (90 mg).- cubos incoloros (Et<sub>2</sub>O) de punto de fusión 108-10°C (sin descomposición).

Espectro de <sup>1</sup>H RMN (CDCl<sub>3</sub>) δ: 7.88 (d, J= 7.8 Hz, H<sub>2</sub>/H<sub>6</sub>), 6.94 (d, J= 7.8 Hz, H<sub>3</sub>/H<sub>5</sub>), 2.57 (s, αMe).

Espectro de <sup>13</sup>C RMN (CDCl<sub>3</sub>) δ: 198.97 (CO), 161.67 (C<sub>4</sub>), 131.24 (C<sub>2</sub>/C<sub>6</sub>), 129.29 (C<sub>1</sub>), 115.57 (C<sub>3</sub>/C<sub>5</sub>), 26.22 (αMe).

Espectro de UV max nm: (MeOH) 277; (+NaOMe) 326.

Bibliografía: Bohlmann y Zdero, 1972b; De Pascual-Teresa et al, 1980; Fujita et al (1985).

CAFEATO DE METILO XXXVI (125 mg).- sólido cristalino.

Espectro de <sup>1</sup>H RMN ((CD<sub>3</sub>)<sub>2</sub>CO) δ: 7.53 (d, J= 16 Hz, H<sub>β</sub>), 7.15 (d, J= 2.1 Hz, H<sub>2</sub>), 7.03 (dd, J<sub>s</sub>= 8.2 y 2.1 Hz, H<sub>6</sub>), 6.86 (d, J=

8.2 Hz, H5), 6.27 (d, J= 16 Hz, H $\alpha$ ), 3.70 (s, OMe).

Espectro de  $^{13}\text{C}$  RMN ((CD $_3$ ) $_2$ CO)  $\delta$ : 167.85 (CO), 148.66 (C4), 146.21 (C3), 145.69 (C $\beta$ ), 127.58 (C1), 122.50 (C6), 116.33 (C5), 115.32 (C $\alpha$ ), 115.14 (C2), 51.48 (OMe).

Espectro de UV  $\lambda_{\text{max}}$  nm: (MeOH) 246, 302h, 330; (+NaOMe) 265h, 316h, 375; (+AlCl $_3$ ) 256, 263, 315h, 359; (+AlCl $_3$ /HCl) 245, 300h, 329.

Síntesis.- 60 mg de ácido cafeico patrón (Scharlau AC-630) se disuelven en 3 mL de MeOH y se añaden dos gotas de H $_2$ SO $_4$  conc. La mezcla se pone a reflujo 6 h. Se extrae el producto en la forma usual y se purifica en una columna de gel de sílice pequeña eluida con hexano:éter dietílico (1:2), obteniéndose 55 mg de cafeato de metilo. La comparación espectroscópica de éste con la muestra natural, confirma la identidad del producto aislado A. assoana.

Bibliografía.- Fujita et al, 1985.

ESTERES DE ALCOHOLES GRASOS DEL ACIDO *p*-CUMARICO XXXVII (15 mg).- sólido blanco de aspecto céreo que no pudo ser cristalizado.

Espectro de  $^1\text{H}$  RMN (CDCl $_3$ ) (apéndice 7)  $\delta$ : 7.61 (d, J= 16 Hz, Ar-CH=), 7.41 (d, J= 8.6 Hz, hidrógenos aromáticos meta al hidroxilo), 6.83 (d, J= 8.6 Hz, hidrógenos aromáticos orto al hidroxilo), 6.29 (d, J= 16 Hz, =CH-COOR), 4.18 (t, J= 6.7 Hz, COOCH $_2$ ), 1.70 (m, COOCH $_2$ CH $_2$ ), 1.50-1.10 (m, aproximadamente 40 hidrógenos, cadena metilénica), 0.87 (t, J= 6.7 Hz, Me terminal).

Espectro de  $^{13}\text{C}$  RMN ( $\text{CDCl}_3$ ) (apéndice 7)  
 $\delta$ : 167.71 (CO), 157.75 (s), 129.96 (d),  
127.33 (d), 115.90 (d) (carbonos aromáticos),  
144.37 (d), 115.75 (d) (carbonos olefinicos),  
64.75 (t,  $\text{CH}_2\text{OCO}$ ), 31.95 (t), 29.72 (t, muy  
intenso y ancho), 28.78 (t), 26.01 (t), 22.71  
(t), 14.12 (q) (cadena alifática)

Espectro de UV  $\lambda_{\text{max}}$  nm: (MeOH) 312;  
(+NaOMe) 359.

Espectro de IR  $\nu_{\text{max}}$   $\text{cm}^{-1}$ : 3250, 1710,  
1630, 1605, 1169, 1120, 832, 720.

Espectro de masas: ver figura 8.

Bibliografía: Vajs et al, 1975.

DIISOVALERATO DEL ALCOHOL SINAPILICO  
XXXVIII (20 mg).- aceite incoloro.

Espectro de  $^1\text{H}$  RMN ( $\text{CDCl}_3$ ) (apéndice 7)  
 $\delta$ : 6.61 (s, 2H, hidrógenos aromáticos), 6.50  
(dt, 1H,  $J_s = 16$  y  $0.9$  Hz, Ar-CH=), 6.22 (dt,  
1H,  $J_s = 16$  y  $6.4$  Hz, =CH-CH<sub>2</sub>-), 4.71 (dd, 2H,  
 $J_s = 6.4$  y  $0.9$  Hz,  $\text{CH}_2\text{OCOR}$ ), 3.90 (s, 6H,  
2xOMe), 2.45 (d, 2H,  $J = 7.5$  Hz,  $\text{CH}_2\text{COOAr}$ ),  
2.23 (d, 2H,  $J = 7.5$  Hz,  $\text{CH}_2\text{COOR}$ ), 2.20-2.10  
(m, 2H, CH-CH<sub>2</sub>COO), 1.06 (d, 6H,  $J = 6.5$  Hz,  
 $\text{Me}_2\text{CHCOOAr}$ ), 0.97 (d, 6H,  $J = 6.5$  Hz,  
 $\text{Me}_2\text{CHCOOR}$ ).

Espectro de  $^{13}\text{C}$  RMN ( $\text{CDCl}_3$ ) (apéndice 7)  
 $\delta$ : 172.90 (s, COOR), 170.70 (s, COOAr),  
152.31 (s), 134.61 (s), 128.82 (s), 103.41  
(d) (carbonos aromáticos), 134.00 (d), 123.72  
(d) (carbonos olefinicos), 64.59 (t,  
 $\text{CH}_2\text{OCOR}$ ), 56.10 (q, 2xOMe), 43.43 (t), 43.02  
(t, 2x $\text{CH}_2\text{CO}$ ), 26.04 (d), 25.74 (d, 2x  
CHCH<sub>2</sub>CO), 22.44 (q), 22.34 (q, 2x  $\text{Me}_2\text{CH}$ ).

Espectro de UV  $\lambda_{\max}$  nm: (MeOH) 220, 265;  
sin cambios al adicionar NaOMe.

Espectro de IR  $\nu_{\max}$   $\text{cm}^{-1}$ : 1760, 1732,  
1596, 1135.

Espectro de masas: ver figura 9.

Bibliografía de compuestos relacionados:  
Bohlmann y Zdero, 1968, 1969a y b.

(E)- $\text{C}_{13}$ - ENOLETER ESPIROCETALICO XXXIX  
(440 mg).- aceite incoloro (punto de fusión  
de la bibliografía 48.5-49.5°C (hexano)  
(Bohlmann et al, 1961)). Para datos de RMN  
ver Resultados.

Espectro de UV  $\lambda_{\max}$  nm: ( $\text{Et}_2\text{O}$ ) 319 ( $\Sigma=$   
15000), 265 ( $\Sigma= 5500$ ), 249h ( $\Sigma= 5800$ ), 237  
( $\Sigma= 10500$ ), 226 ( $\Sigma= 13000$ ), 221 ( $\Sigma= 12600$ ).

Espectro de IR  $\nu_{\max}$   $\text{cm}^{-1}$ : 2900, 2215,  
2120, 1630, 1580, 1185, 1100.

Espectro de masas m/z (int.rel.): 200  
(100) (M)<sup>+</sup>, 199 (23) (M-H)<sup>+</sup>, 185 (14)  
(M-Me)<sup>+</sup>, 172 (10) (M-CO)<sup>+</sup>, 171 (15) (M-COH)<sup>+</sup>,  
170 (24) (M-COH<sub>2</sub>)<sup>+</sup>, 157 (20) (M-COMe)<sup>+</sup>, 144  
(9) (M-2xCO)<sup>+</sup>.

$(\alpha)_D^{20}$  ( $\text{Et}_2\text{O}$ , c= 0.7) = -43.21° (Bib. =  
-45.3°,  $\text{Et}_2\text{O}$ , c= 1.9)

Bibliografía.- Bohlmann et al, 1961.

(Z)- $\text{C}_{13}$ - ENOLETER ESPIROCETALICO XL (8  
mg).- aceite amarillento. Para datos de RMN  
ver Resultados.

Bibliografía.- Bohlmann et al, 1961.

(E)-C<sub>14</sub>- ENOLETER ESPIROCETALICO XLI (660 mg).- aceite incoloro (punto de fusión de la bibliografía 78°C (hexano) (Bohlmann et al, 1963)). Para datos de RMN ver Resultados.

Espectro de UV  $\lambda_{max}$  nm: (Et<sub>2</sub>O) 318 ( $\Sigma$ = 17000), 265 ( $\Sigma$ = 4800), 249h ( $\Sigma$ = 5000), 237 ( $\Sigma$ = 10700), 224 ( $\Sigma$ = 12000), 219 ( $\Sigma$ = 12000).

Espectro de IR  $\nu_{max}$  cm<sup>-1</sup>: 2945, 2850, 2240, 2140, 1740, 1630, 1585.

Espectro de masas m/z (int.rel.): 214 (100) (M)<sup>+</sup>, 186 (10) (M-CO)<sup>+</sup>, 185 (24) (M-COH)<sup>+</sup>, 171 (13) (M-COMe)<sup>+</sup>, 158 (27) (M-C<sub>4</sub>H<sub>8</sub>)<sup>+</sup>.

$(\alpha)_D^{20}$  (Et<sub>2</sub>O, c= 0.6) = -41.82° (Bib. = ±0°, Et<sub>2</sub>O).

Bibliografía.- Bohlmann et al, 1963.

(E)-C<sub>14</sub>- ENOLETER ESPIROCETALICO ACETATO XLII (10 mg).- sólido blanco (punto de fusión de la bibliografía 127°C (hexano:éter dietílico) (Bohlmann y Rode, 1966)). Para datos de RMN ver Resultados.

Bibliografía.- Bohlmann y Rode, 1966.

(Z)-C<sub>14</sub>- ENOLETER ESPIROCETALICO ACETATO XLIII (10 mg).- sólido blanco. Para datos de RMN ver Resultados.

Espectro de masas m/z (int.rel.): 272 (100) (M)<sup>+</sup>, 212 (18) (M-MeCOOH)<sup>+</sup>, 199 (63) (M-MeCO-CH<sub>2</sub>O)<sup>+</sup>, 184 (15) (212-CO)<sup>+</sup>, 171 (12) (199-CO)<sup>+</sup>, 169 (33) (171-H<sub>2</sub>)<sup>+</sup>, 156 (42) (184-C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>)<sup>+</sup>. Masa exacta (alta resolución) 272.1035 ± 0.0030 (calculado para C<sub>16</sub>H<sub>16</sub>O<sub>4</sub>: 272.1049)

Bibliografía.- Bohlmann et al, 1961 y 1963.

(E)-C<sub>14</sub>- ENOLETER ESPIROCETALICO ISOVALERATO XLIV (370 mg).- cristales blancos (hexano:éter dietílico) de punto de fusión 87-8°C. Para datos de RMN ver Resultados.

Espectro de UV  $\lambda_{max}$  nm: (Et<sub>2</sub>O) 319 ( $\Sigma=19900$ ), 265 ( $\Sigma=5200$ ), 237 ( $\Sigma=12100$ ), 224 ( $\Sigma=13500$ ), 220 ( $\Sigma=13500$ ).

Espectro de IR  $\nu_{max}$  cm<sup>-1</sup>: 2940, 2120, 1720, 1625, 1280, 1185, 1110.

Espectro de masas m/z (int.rel.): 314 (100) (M)<sup>+</sup>, 212 (68) (M-iBuCOOH)<sup>+</sup>, 199 (39) (M-iBuCO-CH<sub>2</sub>O)<sup>+</sup>, 184 (20) (212-CO)<sup>+</sup>, 171 (12) (199-CO)<sup>+</sup>, 169 (61) (171-H<sub>2</sub>)<sup>+</sup>, 156 (46) (184-C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>)<sup>+</sup>.

$(\alpha)_D^{20}$  (Et<sub>2</sub>O, c= 0.7)= -21.37° (Bib.  $(\alpha)_D^{23}$  = -35.1°, Et<sub>2</sub>O, c= 2.5).

Bibliografía.- Bohlmann y Rode, 1966.

ACHILLINA XLV (250 mg).- cristales incoloros en forma de aguja (hexano:éter dietílico) de punto de fusión 133-4°C. Para datos de RMN ver Resultados.

Espectro de UV  $\lambda_{max}$  nm: (Et<sub>2</sub>O) 255 ( $\Sigma=16600$ ).

Espectro de masas m/z (int.rel.): 246 (47) (M)<sup>+</sup>, 231 (6) (M-Me)<sup>+</sup>, 217 (23) (M-CHO)<sup>+</sup>, 203 (5) (M-MeCO)<sup>+</sup>, 190 (10) (M-MeCH=C=O)<sup>+</sup>, 91 (100).

$(\alpha)_D^{20}$  (CHCl<sub>3</sub>, c= 1.0)= +120°

Bibliografía.- White y Winter, 1963.

1,10 $\beta$ -EPOXIACHILLINA XLVI (80 mg).-  
agujas blancas (EtOAc) de punto de fusión  
227-8°C. Para datos de RMN ver Resultados.  
Los datos de difracción de Rayos-X se encuen-  
tran en el apéndice 1.

Espectro de UV  $\lambda_{\max}$  nm: (Et<sub>2</sub>O) 233 ( $\Sigma$ =  
12000).

Espectro de IR  $\nu_{\max}$  cm<sup>-1</sup>: 2930, 1775,  
1710, 1615, 1220, 1025.

Espectro de masas m/z (int.rel.): 262  
(13) (M)<sup>+</sup>, 247 (1) (M-Me)<sup>+</sup>, 246 (1) (M-O)<sup>+</sup>,  
234 (3) (M-CO)<sup>+</sup>, 233 (4) (M-CHO)<sup>+</sup>, 219 (3)  
(M-MeCO)<sup>+</sup>, 205 (5) (M-MeCH=C=O)<sup>+</sup>, 109 (100).

( $\alpha$ )<sub>D</sub><sup>23</sup> (CHCl<sub>3</sub>, c= 0.2) = +82°

Bibliografía.- González et al, 1976; Liu  
y Mabry, 1981a; Tsankova y Ognyanov, 1985.

## **Conclusiones**



La distribución de los distintos metabolitos secundarios en los grupos subgenéricos y seccionales empleados en esta Tesis, refuerza el tratamiento que del género *Artemisia* realizó Poljakov; éste, consideró *Abrotanum* y *Absinthium* como estrechamente relacionados, y los reunió en un único subgénero al que llamó *Artemisia*. De este subgénero forman parte también las artemisias denominadas del grupo de las Vulgares, que muestran ser un grupo de táxones filogenéticamente relacionados, pero no lo suficientemente distintos de los del resto del subgénero *Artemisia* como para excluirlos de él.

Las especies de los subgéneros *Artemisia* y *Seriphidium* son menos parecidas en su contenido químico de lo que el tratamiento de "*Flora Europaea*" sugiere al reunirlos. De nuevo aquí se refuerza el punto de vista de Poljakov, ya que los tres subgéneros mantenidos por él (*Artemisia*, *Seriphidium* y *Dracunculus*) parecen tener entidad propia y ser claramente diferenciables por sus tendencias de acumulación de los distintos metabolitos secundarios. *Dracunculus* es el que más acentuada posee esta diferenciación, y *Seriphidium* guarda algunas semejanzas con *Artemisia*, lo que apoya la teoría de que éste último sea su progenitor ancestral.

El cuarto subgénero de *Artemisia*, el *Tridentatae* americano, ha sido considerado durante mucho tiempo como parte de *Seriphidium*, habiendo sido denominadas estas plantas como las *Seriphidium* del Nuevo Mundo. De los datos fitoquímicos se desprende que son un grupo de táxones estrechamente relacionados, y que difieren apreciablemente de los de *Seriphidium*; también se puede observar una estrecha relación de las *Tridentatae* con los

miembros de la sección *Abrotanum*, especialmente con los americanos, lo que refuerza la idea de que *Tridentatae* se desarrolló en Norteamérica a partir de ancestros de *Abrotanum* y no de *Seriphidium*.

Respecto a la especie *Artemisia incanescens* Jordan investigada por nosotros, sus tendencias de acumulación de metabolitos secundarios concuerdan bien con las de la sección *Abrotanum* del subgénero *Artemisia*. Esta especie tiene una posición taxonómica incierta entre *Abrotanum* y *Absinthium* según algunos botánicos, y los datos químicos obtenidos de ella, y de su especie sinónima *Artemisia alba* Turra, parecen incluirla mejor en la primera. La segunda especie investigada por nosotros, *Artemisia assoana* Willk., presenta unos caracteres químicos que confirman su colocación en la sección *Absinthium*. En cuanto a sus sinonimias, se observa un gran paralelismo químico entre ella, *Artemisia lanata* Willd. y *A. pedemontana* Balbis, aunque serían deseables más investigaciones químicas y taxonómicas para establecer este punto.

En resumen, el conjunto de datos químicos aportados y revisados en esta Tesis, muestran ser de gran utilidad para responder a preguntas sistemáticas como las planteadas en la parte de Discusión. No obstante, es preciso un mayor número de aportaciones científicas sobre este importante grupo de plantas para poder establecer todas las relaciones entre ellas y llegar así a una clasificación natural del género *Artemisia*.

## **Bibliografia**



- 1 Abbasov, R.M.; Ismailov, N.M. y Rybalko, K.S. (1965) "Constituyentes lactónicos de *Artemisia specigera*. Dinámica de acumulación de lactonas, aceites esenciales y fenoles, y sus interrelaciones". *Vopr. Eksperim. Botan. Sb.*, 5 (Chem. Abs. 65, 12563c).
- 2 Abegaz, B.; Camps, F.; Coll, J.; Feliz, M.; Jacobsson, U.; Miratvilles, C.; Molins, E. y Torramilans, J. (1986) "Estructura de vulgarina y sus isómeros: una reinvestigación". *Tetrahedron* 42, 6003.
- 3 Acton, N. y Klayman, D.L. (1985) "Artemisiteno, una nueva lactona sesquiterpénica endoperóxido de *Artemisia annua*". *Planta Med.*, 357.
- 4 Acton, N.; Klayman, D.L. y Rollman, I.J. (1985) "Detección de artemisinina (qinhaosu) por HPLC-ECLC". *Planta Med.*, 357.
- 5 Acton, N.; Klayman, D.L.; Rollman, I.J. y Novotny, J.F. (1986) "Aislamiento de artemisinina y su separación de artemisiteno utilizando un extractor-separador Ito, y aislamiento de arteannuina B". *J. Chromatogr.* 355, 448.
- 6 Adekenov, S.M.; Mukhametzhanov, M.N.; Kupriyanov, A.N. y Aituganov, K.A. (1980) "Lactonas sesquiterpénicas de *Artemisia sericea*". *Khim. Prir. Soedin.*, 421 (Chem. Abs. 93, 146301v).
- 7 Adekenov, S.M.; Mukhametzhanov, M.N. y Kupriyanov, A.N. (1981) "Lactonas sesquiterpénicas de *Artemisia gracilescens*". *Khim. Prir. Soedin.*, 668 (Chem. Abs. 96, 31677n).

- 8 Adekenov, S.M.; Mukhametzhanov, M.N.; Kagarlitskii, A.D. y Kupriyanov, A.N. (1982) "Arglabina, una lactona sesquiterpénica nueva de *Artemisia glabella*". *Khim. Prir. Soedin.*, 655 (Chem. Abs. 98, 86229q).
- 9 Adekenov, S.M.; Mukhametzhanov, M.N.; Kagarlitskii, A.D. y Agaskhin, O.V. (1983a) "Lactonas sesquiterpénicas de *Artemisia glabella*". *Izv. Akad. Nauk Kaz. SSR, Ser. Khim.*, 54 (Chem. Abs. 99, 3025s).
- 10 Adekenov, S.M.; Mukhametzhanov, M.N.; Kagarlitskii, A.D. y Turmukhambetova, A.Z. (1983b) "Tauremisina y artemisina de *Artemisia gracilescens*". *Izv. Akad. Nauk Kaz. SSR, Ser. Khim.*, 81 (Chem. Abs. 98, 195000d).
- 11 Adekenov, S.M.; Mukhametzhanov, M.N.; Kagarlitskii, A.D. y Kupriyanov, A.N. (1983c) "Lactonas sesquiterpénicas de *Artemisia pauciflora*". *Khim. Prir. Soedin.*, 238 (Chem. Abs. 99, 35942e).
- 12 Adekenov, S.M.; Kadirberlina, G.M.; Kagarlitskii, A.D.; Mukhametzhanov, M.N.; Fomichev, A.M. y Golotsov, N.I. (1984) "Arlatina, una nueva lactona sesquiterpénica de *Artemisia latifolia*". *Khim. Prir. Soedin.*, 795 (Chem. Abs. 102, 109845).
- 13 Agrawal, P.K. y Rastogi, R.P. (1981) "<sup>13</sup>C RMN de flavonoides". *Heterocycles* 16, 2181.
- 14 Aguinagalde, I. (1982) "Estudio comparativo de los flavonoides de algunas especies de *Artemisia*". *Parodiana* 1, 311.

15 Ahmad, Y.; Hasan, S.K. y Sherwani, N.K. (1984) "Estudio de artemisias pakistanies. I. Aislamiento e identificación de una cumarina de *A. elegantissima*". *Pak. J. Sci. Ind. Res.* 26, 367 (Chem. Abs. 101, 147799e).

16 Akahori, A.; Kagawa, K. y Okuno, I. (1978) "Estudios farmacognósicos de *Artemisia capillaris* (Inchinko). Determinación de escoparona, capillarina y capillina en el fármaco de Inchinko". *Shoyakugaku Zasshi* 32, 177 (Chem. Abs. 90, 92477v).

17 Aleskerova, A.N. (1985) "Detección de esculetina en *Artemisia annua* L.". *Izv. Akad. Nauk Az. SSR, Ser. Biol. Nauk* 2, 25 (Chem. Abs. 103, 85125n).

18 Appendino, G. y Gariboldi, P. (1982) "Estereoquímica de matricina y 4-epimatricina, lactonas sesquiterpénicas proazulénicas de *Artemisia arborescens*". *Phytochemistry* 21, 2555.

19 Appendino, G.; Belliardo, F.; Nano, G.M. y Stefenelli, S. (1982) "Lactonas sesquiterpénicas de *Artemisia genipi* Weber: aislamiento y determinación en planta y licores de ella". *J. Agric. Food. Chem.* 30, 518.

20 Appendino, G.; Gariboldi, P. y Nano, G.M. (1983a) "Hidroperoxieudesmanólidos de *Artemisia umbelliformis*". *Phytochemistry* 22, 2767.

21 Appendino, G.; Gariboldi, P.; Calleri, M.; Chiari, G. y Viterbo, D. (1983b) "Estructura y conformación de umbellifólido, un 4,5-secoeudesmano". *J. Chem. Soc. Perkin I*, 2705.

22 Appendino, G.; Gariboldi, P. y Menichini, F. (1985) "Derivados oxigenados del nerolidol de *Artemisia alba*". *Phytochemistry* 24, 1729.

23 Arkhipova, L.I.; Kasymov, S.Z. y Sidyakin, G.P. (1970) "Lactonas sesquiterpénicas de *Artemisia halophila*". *Khim. Prir. Soedin.*, 480 (Chem. Abs. 74, 10349n).

24 Arnó, M.; Garcia, B.; Pedro, J.R. y Seoane, E. (1984a) "Síntesis total de (+)temisina, (+)melitensina y elemanólidos relacionados, a partir de (-)artemisina". *Tetrahedron* 40, 5243.

25 Arnó, M.; Carda, M.; Marco, J.A. y Seoane, E. (1984b) "Transformación de artemisina en yomogina y 1-desoxiivangustina". *Chem. Lett.*, 1021.

26 Ashy, M.A. y El-Tawil, B.A.H. (1981). *Herba Hung.* 20, 197 (tomado de Murray et al, 1982).

27 Asplund, R.O.; McKee, M. y Balasubramanian, P. (1972) "Artevasina: una nueva lactona sesquiterpénica de *Artemisia tridentata*". *Phytochemistry* 11, 3542.

28 Babakhodzhaev, A.; Kasymov, S.Z. y Sidyakin, G.P. (1970) "Cumarinas de *Artemisia santolinaefolia*". *Khim. Prir. Soedin.*, 363 (Chem. Abs. 73, 106308d).

29 Badhane, N.R. y Shafizadeh, F. (1975) "Lactonas sesquiterpénicas de *Artemisia*: estructura de artecanina". *Phytochemistry* 14, 2651.

30 Badhane, N.R.; Kelsey, R.G. y Shafizadeh, F. (1975) "Lactonas sesquiterpénicas de *Artemisia tridentata* ssp. *vaseyana*". *Phytochemistry* 14, 2084.

31 Balandrin, M.F.; Klocke, J.A.; Wurtele, E.S. y Bollinger, W.H. (1985) "Productos naturales de plantas: fuente de materiales industriales y medicinales". *Science* 228, 1154.

32 Baltabaeva, G.R. (1971) "Dinámica de la acumulación de la fracción flavonoide en *Artemisia cana*". *Tr. Inst. Bot., Akad. Nauk Kaz. SSR* 29, 148 (Chem. Abs. 76, 56009s).

33 Balza, F. y Towers, G.H.N. (1984) "Dihidroflavonoles de *Artemisia dracunculus*". *Phytochemistry* 23, 2333.

34 Balza, F.; Jamieson, L. y Towers, G.H.N. (1985) "Constituyentes químicos de las partes aéreas de *Artemisia dracunculus*". *J. Nat. Prod.* 48, 339.

35 Bandyukova, V.A. y Konovalova, O.A. (1970) "Cumarinas de *Artemisia chamaemelifolia*". *Khim. Prir. Soedin.*, 266 (Chem. Abs. 73, 63194u).

36 Banerjee, S.; Grenz, M.; Jakupovic, J. y Bohlmann, F. (1984) "Algunos terpenoides alíclicos de la tribu *Anthemideae*". *Planta Med.* 51, 177.

37 Barberá, O.; Marco, J.A.; Sanz, J.F. y Sánchez-Parareda, J. (1986a) "3-Metoxiflavonas y cumarinas de *Artemisia incanescens*". *Phytochemistry* 25, 2357.

- 38 Barberá, O.; Sanz, J.F.; Sánchez-Parareda, J. y Marco, J.A. (1986b) "Más glicósidos de flavonol de *Anthyllis onobrychioides*". *Phytochemistry* 25, 2361.
- 39 Barton, D.H.R.; Moss, G.P. y Whittle, J.A (1968) "Biosíntesis de santonina". *J. Chem. Soc. C*, 1813.
- 40 Barua, N.C.; Sharma, R.P.; Madhusudanan, K.P.; Thyagarajan, G. y Herz, W. (1980) "Cumarinas de *Artemisia caruifolia*". *Phytochemistry* 19, 2217.
- 41 Battandier, J.A. y Trabut. L. (1888-1890) «Flore de l'Algérie». Alger-Paris (tomado de Vallès, 1986).
- 42 Batterham, T.J. y Highet, R.J. (1963) "RMN de flavonoides". *Aust. J. Chem.* 17, 428.
- 43 Beauhaire, J.; Fourrey, J.L.; Vuilhorque, M. y Lallemand, J.Y. (1980) "Lactonas sesquiterpénicas diméricas: estructura de absintina". *Tetrahedron Lett.*, 3191.
- 44 Begerhotta, A. y Banerjee, N.R. (1986) "Examen polarográfico de componentes activos de *Artemisia maritima*". *Curr. Sci.* 55, 523 (Chem. Abs. 105, 85254v).
- 45 Belenovskaya, L.M.; Markova, L.P. y Kapranova, G.I. (1982) "Compuestos fenólicos de *Artemisia xerophitica*". *Khim. Prir. Soedin.*, 121 (Chem. Abs. 96, 159360w).
- 46 Belliardo, F. y Appendino, G. (1981) "Aislamiento por HPLC de los verdaderos proazulenos de *Artemisia arborescens* L.". *J. Liquid. Chromatogr.* 4, 1601.

47 Belliardo, F.; Sacco, T. y Appendino, G. (1983) "Separación por HPLC preparativa de guayanólidos epiméricos". *J. Liquid. Chromatogr.* 6, 543.

48 Benesova, V.; Nazarenko, M.V. y Sleptsova, L.V. (1970) "Lactonas sesquiterpénicas de *Artemisia jacutica*". *Khim. Prir. Soedin.*, 186 (Chem. Abs. 72, 39763n).

49 Berezosvkaya, T.P. y Velikhanova, V.I. (1968) "Análisis fitoquímico de *Artemisia siversiana* recogida en las ceranias de Tomsk". *Tr. Nauch. Konf. Tomsk Otd. Vses. Khim. Obshchest.*, 1st. 1968 (Pub. 1969), 271 (Chem. Abs. 73, 91191j).

50 Besser, W.S.J.G. (1829) "*Synopssis Absinthiorum*". *Bull. Soc. Imp. Nat. Moscou*, 1 (tomado de Vallès, 1986).

51 Bhardwaj, D.K.; Jain, S.C. y Sharma, G.C. (1977) "Síntesis de 3,5-dihidroxi-6,7,3',4'-tetrametoxiflavona". *Indian J. Chem.* 15B, 860 (tomado de Harborne y Mabry, 1982).

52 Bhardwaj, D.K.; Chand, G.; Jain, R.K. y Munjal, A. (1983) "Constitución del pigmento de *Artemisia mesatlantica*: un estudio sintético". *Indian J. Chem.* 22B, 932.

53 Bhardwaj, D.K.; Jain, R.K.; Jain, S.C. y Manchanda, C.K. (1985) "Constitución de la flavona de *Artemisia annua*". *Proc. Indian Natu. Sci. Acad.* 51A, 741.

54 Biswas, K.M.; Ali, M.E.; Jackson, A.H. y Games, D.E. (1978) "Aplicación de la espectrometría de masas por impacto electrónico y por desorción de campo, y de RMN en el estudio de flavonoide-O-glicósidos". *J. Indian. Chem. Soc.* LV, 1240.

55 Bohlmann, F. y Brehm, M. (1979a) "Nota sobre  $^{13}\text{C}$  RMN de compuestos poliacetilénicos". *Chem. Ber.* 112, 1071.

56 Bohlmann, F. y Brehm, M. (1979b) " $^{13}\text{C}$  RMN de polinos conjugados". *Org. Magn. Reson.* 12, 535.

57 Bohlmann, F. y Rode, K.M. (1966) "Componentes de *Artemisia pedemontana* Balb.". *Chem. Ber.* 99, 4216.

58 Bohlmann, F. y Zdero, C. (1968) "Sobre los componentes de *Coreopsis nuecensis* A. Heller". *Chem. Ber.* 101, 3243.

59 Bohlmann, F. y Zdero, C. (1969a) "Sobre un nuevo derivado del alcohol coniferilico en *Blumea lacera*". *Tetrahedron Lett.*, 69.

60 Bohlmann, F. y Zdero, C. (1969b) "Sobre la composición de *Coreopsis gigantea*". *Chem. Ber.* 102, 1691.

61 Bohlmann, F. y Zdero, C. (1972a) "Constituyentes de *Artemisia afra*". *Phytochemistry* 11, 2329.

62 Bohlmann, F. y Zdero, C. (1972b) "Leysseral-angelicato, un nuevo tipo de derivado de benzofurano". *Chem. Ber.* 105, 2534.

- 63 Bohlmann, F. y Zdero, C. (1975) "Noticias sobre el aislamiento de dos nuevos sesquiterpenos de *Artemisia molinieui* Guezel". *Chem. Ber.* 108, 2153.
- 64 Bohlmann, F. y Zdero, C. (1980) "Nuevos sesquiterpenos de *Artemisia koidzumii*". *Phytochemistry* 19, 149.
- 65 Bohlmann, F.; Herbst, P.; Arndt, C.; Schönowsky, H. y Gleinig, H. (1961) "Nuevos tipos de poliacetilenos de plantas de la tribu *Anthemideae* L." *Chem. Ber.* 94, 3193.
- 66 Bohlmann, F.; Herbst, P. y Dohrmann, I. (1963) "Nuevos poliacetilenos del género *Chrysanthemum* L." *Chem. Ber.* 96, 226.
- 67 Bohlmann, F.; Zdero, C. y Faass, U. (1973a) "Sobre los constituyentes de *Artemisia fragrans*". *Chem. Ber.* 106, 2904.
- 68 Bohlmann, F.; Burkhardt, T. y Zdero, C. (1973b) *«Naturally Occurring Acetylenes»*. Academic Press, Londres.
- 69 Bohlmann, F.; Schumann, D. y Zdero, C. (1974) "Sobre un nuevo derivado de sesquiterpeno de *Artemisia pontica* L." *Chem. Ber.* 107, 614.
- 70 Bohlmann, F.; Ates (Gören), N.; Jakupovic, J.; King, R.M. y Robinson, H. (1982) "Tipos de sesquiterpenos de *Artemisia douglasiana*". *Phytochemistry* 21, 2691.
- 71 Bohlmann, F.; Zdero, C.; Jakupovic, J. y Greger, H. (1983) "Tipos de sesquiterpenos de *Artemisia filifolia*". *Phytochemistry* 22, 503.

- 72 Bohlmann, F.; Hartono, L.; Jakupovic, J. y Huneck, S. (1985a) "Guayanólidos de *Artemisia adamsii* relacionados con la arborescina". *Phytochemistry* 24, 1003.
- 73 Bohlmann, F.; Ang, W.; Trinks, C.; Jakupovic, J. y Huneck, S. (1985b) "Guayanólidos diméricos de *Artemisia siversiana*". *Phytochemistry* 24, 1009.
- 74 Bohlmann, F.; Trinks, C.; Jakupovic, J. y Huneck, S. (1985c) "Coaparición de eremofilanos y eudesmanos en *Artemisia pectinata*". *Phytochemistry* 24, 995.
- 75 Borisov, V.N. y Sidyakin, G.P. (1971) "Cumarinas de *Artemisia porrecta*". *Khim. Prir. Soedin.*, 202 (Chem. Abs. 75, 31317m).
- 76 Bouzid, N.; Fouraste, I.; Voirin, B.; Favre-Bonvin, J. y Lebreton, P. (1982a) "Una flavona metilada de *Artemisia mesatlantica*". *Phytochemistry* 21, 803.
- 77 Bouzid, N.; Moulis, C. y Fouraste, I. (1982b) "Flavonas libres de *Artemisia mesatlantica*". *Planta Med.* 44, 157.
- 78 Bretón, J.L. (1974) «Lactonas sesquiterpénicas». Caja General de Ahorros de Santa Cruz de Tenerife, Servicio de Publicaciones.
- 79 Bretón, J.L.; Camps, F.; Coll, F.; Egueren, L.; Gavin, J.A.; González, A.G.; Martorell, X.; Miratvilles, C.; Molins, E. y Torramilans, J. (1985) "Aislamiento y elucidación estructural de heliangolidina, una nueva lactona sesquiterpénica de *Artemisia canariensis*". *Tetrahedron* 41, 3141.

- 80 Brown, D.; Asplund, R.O. y McMahon, V.A (1975) "Componentes fenólicos de *Artemisia tridentata* ssp. *vaseyana*". *Phytochemistry* 14, 1083.
- 81 Calleri, M.; Chiari, G. y Viterbo, D. (1983) "Taurina de *Artemisia cretacea* Fiori; C<sub>15</sub>H<sub>20</sub>O<sub>3</sub>". *Acta Cryst.* C39, 1115.
- 82 Calvert, D.J.; Cambie, R.C. y Davis, B.R. (1979) "<sup>13</sup>C RMN de polimetoxi- y metilendioxiflavonoles". *Org. Magn. Reson.* 12, 583.
- 83 Carda, M.; Arnó, M. y Marco, J.A. (1986) "Síntesis total de rotina A y rotina B". *Tetrahedron* 42, 3655.
- 84 Cassini, A.H.G. Comte de (1817) "Sobre los géneros y subgéneros formados en la familia de las Synantéreas". *Bull. Sci. Soc. Philom.* París: 1817 (tomado de Vallès, 1986).
- 85 Cekan, Z. y Herout, V. (1955) "Aislamiento de 5-hidroxi-3,3',4',6,7-pentametoxiflavona de *Artemisia absinthium*". *Chem. Listy* 49, 1053 (Chem. Abs. 49, 13228).
- 86 Cekan, Z. y Herout, V. (1956) "Aislamiento de 5-hidroxi-3,3',4',6,7-pentametoxiflavona de *Artemisia absinthium*". *Coll. Czech. Chem. Commun.* 21, 79 (Chem. Abs. 50, 10091).
- 87 Chaloner, W.G. y Allen, K. (1970) en «*Phytochemical Phylogeny*». J.B. Harborne (Ed.), Academic Press, Londres y Nueva York, capítulo 2.

- 88 Chan, K.K.; Giannini, D.D.; Cain, A.H.; Roberts, J.D.; Porter, W. y Trager, W.F. (1977) "<sup>13</sup>C RMN de cumarina y compuestos relacionados". *Tetrahedron* 33, 899.
- 89 Chandrasekar, V.; Krishnamurti, M. y Seshadri, T.R. (1965) "Investigación química de *Artemisia sacrorum*". *Curr. Sci.* 34, 609 (Chem. Abs. 64, 7039c).
- 90 Chandrasekaran, I.; Khan, H.A. y Ghanin, A. (1981) "Flavonoides de *Artemisia scoparia*". *Planta Med.* 43, 310.
- 91 Chang, C.; Floss, H.G. y Steck, W. (1977) "<sup>13</sup>C RMN de cumarinas. Acoplamiento C-H a larga distancia". *J. Org. Chem.* 42, 1337.
- 92 Chemesova, I.I.; Belenovskaya, L.M. y Markova, L.P. (1978) "Componentes fenólicos de *Artemisia palustris*". *Khim. Prir. Soedin.*, 401 (Chem. Abs. 89, 126163m).
- 93 Chemesova, I.I.; Belenovskaya, L.M. y Markova, L.P. (1978) "Componentes fenólicos de *Artemisia siversiana*". *Khim. Prir. Soedin.*, 521 (Chem. Abs. 97, 121780g).
- 94 Chemesova, I.I.; Belenovskaya, L.M. y Nadhezina, T.P. (1983a) "Componentes fenólicos de *Artemisia adamsii*". *Khim. Prir. Soedin.*, 385 (Chem. Abs. 99, 85117k).
- 95 Chemesova, I.I.; Belenovskaya, L.M. y Markova, L.P. (1983b) "Componentes fenólicos de *Artemisia gmelinii*". *Khim. Prir. Soedin.*, 384 (Chem. Abs. 99, 67549y).

96 Chemesova, I.I.; Belenovskaya, L.M. y Markova, L.P. (1984a) "Flavonoides de *Artemisia rutifolia*". *Khim. Prir. Soedin.*, 249 (Chem. Abs. 101, 51741d).

97 Chemesova, I.I.; Belenovskaya, L.M. y Markova, L.P. (1984b) "Flavonoides de *Artemisia xanthochroa*". *Khim. Prir. Soedin.*, 789 (Chem. Abs. 102, 109843c).

98 Chen, Y.; Yu, P.; Li, Y. y Ji, R. (1985) "Estudios sobre análogos de arteannuina. VII. Síntesis de éteres de bis(dihidroarteannuina) y bis(dihidrodexoiarteannuina)". *Yaouxue Xuebao* 20, 470 (Chem. Abs. 105, 97718n).

99 Chen, H.; Chen, M.; Zhong, F.; Chen, F.; Huang, J.; Zhang, M. y Huang, J. (1986) "Factores que afectan el contenido de artemisinina en *Artemisia annua*". *Zhongyao Tongbao* 11, 939 (Chem. Abs. 105, 149765x).

100 Chirikdjian, J.J. y Bleier, W. (1971) "Relación entre el espectro UV y los modelos de sustitución de flavonas, flavonoles y sus 3-metil éteres". *Sci. Pharm.* 39, 65.

101 Chopin, J. y Bouillant, M.L. (1975) en «The Flavonoids». J.B. Harborne, T.J. Mabry y H. Mabry (Eds.), Academic Press, Londres y Nueva York. Tomo II, capítulo 12, 635.

102 Chumbalov, T.K. y Fadeeva, O.V. (1967) "Flavonoides de *Artemisia transiliensis*". *Khim. Prir. Soedin.*, 281 (Chem. Abs. 67, 114349j).

103 Chumbalov, T.K. y Fadeeva, O.V. (1969) "Flavonoides de *Artemisia transiliensis*". *Khim. Prir. Soedin.*, 439 (Chem. Abs. 72, 75663p).

- 104 Chumbalov, T.K. y Fadeeva, O.V. (1970) "Glicoflavonoides de *Artemisia transilien-sis*". *Khim. Prir. Soedin.*, 364 (Chem. Abs. 73, 117178n).
- 105 Chumbalov, T.K. y Fadeeva, O.V. (1974) "Flavonoides de algunas artemisias del Kazakhstan". *Prikl. Teor. Khim.* 5, 71 (Chem. Abs. 85, 119568m).
- 106 Chumbalov, T.K. y Mukhamed'yarova, M.M. (1970) "Flavonoides de *Artemisia dracunculus*. II". *Khim. Prir. Soedin.*, 629 (Chem. Abs. 74, 50530w).
- 107 Chumbalov, T.K. y Pashinina, L.T. (1968) "Polifenoles de algunas plantas del Kazakhstan". *Nauch. Tr., Tashkent Gos. Univ.*, 341, 45 (Chem. Abs. 74, 20369h).
- 108 Chumbalov, T.K.; Mukhamed'yarova, M.M. y Fadeeva, O.V. (1969a) "Flavonoides de *Artemisia dracunculus*". *Khim. Prir. Soedin.*, 323 (Chem. Abs. 72, 63619r).
- 109 Chumbalov, T.K.; Fadeeva, O.V. y Chamysheva, I.S. (1969b) "Flavonoides de *Artemisia transiliensis*. Un nuevo glicósido de flavonoide, transilina". *Khim. Prir. Soedin.*, 236 (Chem. Abs. 72, 75648n).
- 110 Cussans, N.J. y Huckerby, T.N. (1975a) "Diferenciación por  $^{13}\text{C}$  RMN de carbonos  $\alpha$  y  $\beta$  en moléculas aromáticas orto-disustituidas asimétricamente". *Tetrahedron Lett.*, 2445.
- 111 Cussans, N.J. y Huckerby, T.N. (1975b) " $^{13}\text{C}$  RMN de compuestos heterociclicos. II. Un estudio a 20 MHz de los desplazamientos químicos y constantes de acoplamiento C-H para la cumarina y algunas bromocumarinas". *Tetrahedron* 31, 2587.

- 112 Cussans, N.J. y Huckerby, T.N. (1975c) "<sup>13</sup>C RMN de compuestos heterociclicos. IV. Un estudio a 20 MHz de los desplazamientos quimicos y constantes de acoplamiento C-H en una serie de hidroxil-, metoxil- y glucosil-cumarinas". *Tetrahedron* 31, 2719.
- 113 Da Silva, A.J.R.; Garcia, M.; Baker, P.M. y Rabi, J.A. (1981) "<sup>13</sup>C RMN de productos naturales. I. Guayanólidos". *Org. Magn. Reson.* 16, 230.
- 114 Danielak, R. y Borkovski, B. (1970) "Aislamiento de isofraxidina en *Artemisia abrotanum* y búsqueda de ella en otras especies de *Artemisia*". *Diss. Pharm. Pharmacol.* 22, 231 (Chem. Abs. 74, 10318b).
- 115 Dauben, W.G.; Hayes, W.K.; Schwarz, J.S.P. y McFarland, J.W. (1960) "La estereoquímica de  $\psi$ -santonina". *J. Am. Chem. Soc.* 82, 2232.
- 116 Dauben, W.G.; Schwarz, J.S.P.; Hayes, W.K. y Hance, P.D. (1960) "Estructura de dos lactonas sesquiterpénicas nuevas de *Artemisia*". *J. Am. Chem. Soc.* 82, 2239.
- 117 De Candolle, A.P. (1837) *Prodomus systematis Naturalis Regni Vegetabilis*. Treuttel et Würtz, Paris. Parte VI.
- 118 De Koster, C.G.; Heerma, W.; Dijkstra, G. y Niemann, G.J. (1985) "Bombardeo de flavonoides con átomos pesados". *Biomed. Mass Spectrom.* 12, 596.
- 119 De La Fuente, R.J.; Diaz, O.I.; Morales, I.; Oberti, J.C.; Sosa, V.E. y Herz, W. (1986) "Lactonas sesquiterpénicas y flavones de *Artemisia copa*". *Planta Med.* 243.

120 De Pascual-Teresa, J.; González, M.S.; Muriel, M.R. y Hernández, J.M. (1980) "Derivados de p-hidroxiacetofenona de *Artemisia campestris* ssp. *glutinosa*". *Phytochemistry* 19, 2781.

121 De Pascual-Teresa, J.; González, M.S.; Muriel, M.R. y Bellido, I.S. (1984) "Derivados fenólicos de *Artemisia campestris* ssp. *glutinosa*". *Phytochemistry* 23, 1819.

122 De Pascual-Teresa, J.; González, M.S.; Muriel, M.R.; Arcocha, A.D. y Bellido, I.S. (1986) "Flavonoides de *Artemisia campestris* ssp. *glutinosa*". *J. Nat. Prod.* 49, 177.

123 Del Amo, M. (1872) «Flora fanerogámica de la Península Ibérica». Imprenta de D. Indalecio Ventura, Granada. Tomo IV, págs. 183 y 185.

124 Delgado, J.; Marco, J.A.; Pedro, J.R.; Sánchez-Parareda, J.; Sendra, J.M. y Seoane, E. (1979) "Lactonas sesquiterpénicas, ceras y componentes volátiles de *Artemisia herba alba* ssp. *valentina*". *Phytochemistry* 18, 1523.

125 Deng, A.; Zhu, D.; Jao, Y.; Dai, J. y Xu, R. (1981) "Estudio de la estructura del ácido artemisico". *Kexue Tongbao* 26, 1209 (Chem. Abs. 96, 40972y).

126 Djermanovic, M.; Jokic, A.; Mladenovic, S. y Stefanovic, M. (1975) "Quercetagetina-6,7,3',4'-tetrametil éter: un nuevo flavonol de *Artemisia annua*". *Phytochemistry* 14, 1873.

127 Djermanovic, M.; Mladenovic, S. y Stefanovic, M. (1976) "Investigación química de especies yugoslavas de *Artemisia absinthium* L.". *Glas. Hem. Drus. Beograd.* 41, 287.

128 Dillon, M.O.; Mabry, T.J.; Besson, E.; Bouillant, M.L. y Chopin, J. (1976) "Nuevos flavonoides de *Flourensia cernua*". *Phytochemistry* 15, 1085.

129 Dominguez, X.A. y Cárdenas, E. (1975) "Achillina y desacetilmatricarina de dos especies de *Artemisia*". *Phytochemistry* 14, 2511.

130 Domon, B. y Hosteemann, K. (1985) "Estudios espectrométricos de masas de glicósidos polifenólicos no derivatizados". *Phytochemistry* 24, 575.

131 Drake, D. y Lam, J. (1974) "Poliacetilenos de *Artemisia vulgaris*". *Phytochemistry* 13, 455.

132 Duddeck, H. y Kaiser, M. (1982) "<sup>13</sup>C RMN de derivados de cumarina". *Org. Magn. Reson.* 20, 55.

133 Dudko, V.V.; Berezovskaya, T.P.; Usynina, R.V.; Serykh, E.A y Olishevets, L.I. (1980) "Estudio farmacognóstico de *Artemisia compacta* Fisch.". *Rastit. Resur.* 16, 60 (Chem. Abs. 92, 135112h).

134 El-Emary, N.A. y Bohlmann, F. (1980) "Dos nuevos germacranólidos de *Artemisia argentea*". *Phytochemistry* 18, 845.

135 El-Emary, N.A.; Makboul, M.A. y Hamed, M. (1987) "Lactonas sesquiterpénicas de *Artemisia argentea*". *Phytochemistry* 26, 314.

136 El-Feraly, F.S.; El-Sherei, M.M.; Huford, C.D.; Croom, E.M., Jr. y Mahier, T.J. (1985) "Asignaciones de <sup>13</sup>C RMN de artemisinina, desoxiartemisinina y arteméter". *Spectrosc. Lett.* 18, 843.

- 137 El-Ferally, F.S.; Al-Meshal, I.A.; Al-Yahya, M.A. e Hifnawy, M.S. (1968) "Sobre el posible papel del ácido qinhao en la biosíntesis de artemisinina". *Phytochemistry* 25, 2777.
- 138 El-Ghazouli, M.G. y Omar, A.A. (1984) "Constituyentes flavonoides de *Artemisia campestris*". *Fitoterapia* LV, 115.
- 139 Epstein, W.W. y Gaudioso, L.A. (1984) "Constituyentes volátiles del aceite de *Artemisia*". *Phytochemistry* 23, 2257.
- 140 Epstein, W.W. y Ubben Jenkins, E.E. (1979) "Antemidina, una nueva lactona sesquiterpénica de *Artemisia ludoviciana*". *J. Nat. Prod.* 42, 279.
- 141 Ernst, L. (1976) "<sup>13</sup>C RMN de compuestos policíclicos aromáticos. VI. Cumarina y metilcumarinas". *J. Magn. Reson.* 21, 241.
- 142 Esteban, M.D.; González, I.; Macías, F.A.; Massanet, G.M. y Rodríguez Luis, F. (1986) "Flavonoides de *Artemisia lanata*". *Phytochemistry* 25, 1502.
- 143 Evstratova, R.I.; Seichenko, V.I.; Ban'kovskii, A.I. y Rybalko, K.S. (1969) "Estructura de erivavina". *Khim. Prir. Soedin.*, 239 (Chem. Abs. 72, 32051v).
- 144 Fadeeva, O.V. y Chumbalov, T.K. (1971) "Flavonoides de *Artemisia transiliensis* y *A. serotina*". *Fenol'nye Soedin. Ikh. Fiziol. Svoitsva, Mater., Vses. Simp. Fenol'nyh Soedin.* 2nd 1971 (Pub. 1973), 134 (Chem. Abs. 81, 166322d).

145 Farkas, L.; Hörhammer, L.; Wagner, H.; Rösler, H. y Gurniak, R. (1964) "Estructura de las centaureinas y su síntesis a partir del aglicón y de acetobromoglucosa". *Chem. Ber.* 97, 1666.

146 Farkas, L.; Vermes, B. y Nögrádi, M. (1966) "Síntesis de pendulinas, glucósidos de flavonoide de *Brickellia pendula*". *Chem. Ber.* 99, 3222.

147 Feuerstein, I.; Müller, D.; Hobert, K.; Danin, A. y Segal, R. (1986) "Constitución de los aceites esenciales de poblaciones de *Artemisia herba alba* de Israel y El Sinaí". *Phytochemistry* 25, 2343.

148 Feng, Z.; Liu, C.; Zuo, C. y He, L. (1981) "Constituyentes químicos de Si-Ji-Cai (*Artemisia lactiflora*)". *Zhongcaoyao* 12, 15 (Chem. Abs. 96, 11555t).

149 Fernández, I.; García, B. y Pedro, J.R. (1987) "Transformación de artemisina en artapsina y 8 $\alpha$ -hidroxi-11 $\beta$ ,13-dihidrobalsamina". *Tetrahedron* 43, 805.

150 Fischer, N.H.; Olivier, E.J. y Fischer, H.D. (1979) "Biogénesis y química de lactonas sesquiterpénicas" en *Progress in the Chemistry of Organic Natural Products*. W. Herz, H. Grisebach y G.W. Kirby (Eds.), Springer-Verlag, Nueva York, pág. 48.

151 Fraser, A.W. y Lewis, J.R. (1974) "Flavonoides de *Merrillia caloxylon*". *Phytochemistry* 13, 1561.

- 152 Fujita, M.; Nagai, M. e Inone, T. (1982) "Estudio de  $^{13}\text{C}$  RMN. Efecto de la O-metilación de fenoles orto-sustituidos sobre el apantallamiento de carbonos arílicos, y su aplicación en la interpretación de espectros de algunos flavonoides". *Chem. Pharm. Bull.* 30, 1151.
- 153 Fujita, M.; Inone, T. y Nagai, M. (1985) "Efecto de la O-metilación sobre las señales de  $^{13}\text{C}$  RMN de fenoles orto-sustituidos. II". *Yakugaku Zasshi* 105, 240.
- 154 Geissman, T.A. (1966) "Lactonas sesquiterpénicas de especies de *Artemisia*. I. *A. princeps* Pamp.". *J. Org. Chem.* 31, 2523.
- 155 Geissman, T.A. (1970) "Lactonas sesquiterpénicas de *Artemisia*. *A. verlotorum* y *A. vulgaris*". *Phytochemistry* 9, 2377.
- 156 Geissman, T.A. y Ellestad, G.A. (1962) "Vulgarina, una lactona sesquiterpénica de *Artemisia vulgaris*". *J. Org. Chem.* 27, 1855.
- 157 Geissman, T.A. y Lee, K.H. (1971a) "Lactonas sesquiterpénicas de *Artemisia verlotorum*". *Phytochemistry* 10, 663.
- 158 Geissman, T.A. y Lee, K.H. (1971b) "Lactonas sesquiterpénicas de *Artemisia*: artemorina y dehidroartemorina (anhidroverlotorina)". *Phytochemistry* 10, 419.
- 159 Geissman, T.A. y Saitoh, T. (1972) "Ludalbina, una lactona sesquiterpénica nueva de *Artemisia ludoviciana*". *Phytochemistry* 11, 1157.
- 160 Geissman, T.A. y Winters, T.E. (1968) "Estructura de artabsina". *Tetrahedron Lett.*, 3145.

161 Geissman, T.A.; Stewart, T. e Irwin, M.A. (1967) "Lactonas sesquiterpénicas de *Artemisia*. II. *A. tridentata* Nutt. ssp. *tridentata*". *Phytochemistry* 6, 901.

162 Geissman, T.A.; Griffin, T.S. e Irwin, M.A. (1969) "Lactonas sesquiterpénicas de *Artemisia*. Artecálina de *A. californica* y *A. tripartita* ssp. *rupicola*". *Phytochemistry* 8, 1297.

163 Geissman, T.A.; Lee, K.H. y Mitchell, R.E. (1971) "6-metoxi-7,8-metilendioxicumarina de *Artemisia carruthii*". *Phytochemistry* 10, 902.

164 González, A.G.; Bretón, J.L.; López Dorta, H.; Martínez Iñiguez, M.A. y Rodríguez Luis, F. (1972) "Aplicación de RMN al estudio de estructuras de cumarinas". *An. Quím.* 69, 1013.

165 González, A.G.; Bermejo, J.; Bretón Funes, J.L. y Fajardo, M. (1973) "Composición de plantas de las Islas Canarias. Lactonas sesquiterpénicas de *Artemisia canariensis*". *An Quím.* 69, 667.

166 González, A.G.; Bretón, J.L. y Stockel, J. (1974) "Lactonas sesquiterpénicas de *Artemisia granatensis*". *An. Quím.* 70, 231.

167 González, A.G.; Estévez, R. y Herrera, J. (1975) "Lactonas sesquiterpénicas y cumarinas de *Artemisia ramosa*". *An. Quím.* 71, 437.

168 González, A.G.; Bermejo, J.; De La Rosa, A.D. y Massanet, G.M. (1976) "Lactonas sesquiterpénicas de *Artemisia lanata* Willd.". *An. Quím.* 72, 695.

169 González, A.G.; Bermejo, J.; Mansilla, H.; Massanet, G.M.; Cabrera, I.; Amaro, J.M. y Galindo, A. (1977) "Artemina de *Artemisia maritima gallica*". *Phytochemistry* 16, 1836.

170 González, A.G.; Bermejo, J.; Mansilla, H.; Galindo, A.; Amaro, J.M. y Massanet, G.M. (1978a) "Estructura y configuración absoluta de gallicina, un germacranólido nuevo de *Artemisia*". *J. Chem. Soc. Perkin I*, 1243.

171 González, A.G.; Darias, V.; Alonso, G.; Boada, J.N. y Feria, M. (1978b) "Actividad citostática de lactonas sesquiterpénicas de Compuestas de las Islas Canarias". *Planta Med.* 33, 356.

172 González, A.G.; Galindo, A.; Mansilla, H. y Gutiérrez, A. (1981) "Estructura de maritimina, una lactona sesquiterpénica de *Artemisia maritima gallica*". *Phytochemistry* 20, 2367.

173 González, A.G.; Bermejo, J. y Zaragoza, T. "Eudesmanólidos de *Artemisia canariensis*". *Phytochemistry* 22, 1509.

174 González, A.G.; Bermejo, J.; Estévez, F. y Velázquez, R. (1983b) "Derivados fenólicos de *Artemisia glutinosa*". *Phytochemistry* 22, 1515.

174b González, A.G.; De La Rosa, A.D. y Massanet, G.M. (1984) "Estereoquímica del anillo oxirano de la 1,10-epoxiachillina". *An. Quím.* 80, 308.

175 Goodson, J.J. (1922). *Biochem. J.* 16, 489 (tomado de Murray et al, 1982).

176 Gordon, M.M.; Van Derveer, D. y Zalkow, L.H. (1981) "Nuevos germacranólidos de *Artemisia herba alba*. Rayos-X de estructuras cristalinas de 3 $\beta$ ,8 $\alpha$ -dihidroxi-6 $\beta$ H,7 $\alpha$ H,11 $\beta$ H-germacran-4(14),9(10)-dien-6,12-ólido, y del correspondiente 3-oxo-ólido". *J. Nat. Prod.* 44, 432.

177 Gottlieb, H.E.; Alves de Lima, R. y Delle Monache, F. (1979) "<sup>13</sup>C RMN de cumarinas 6- y 7-sustituidas. Correlación con las constantes de Hammet". *J. Chem. Soc. Perkin II*, 435.

178 Goudard, M.; Favre-Bonvin, J.; Lebreton, P. y Chopin, J. (1978) "Diferenciación por espectrometría de masas de las 5,7-dihidroxi-6 u 8-flavonas, flavonoles y 3-metilflavonoles". *Phytochemistry* 17, 145.

179 Goudard, M.; Favre-Bonvin, J.; Strelisky, J.; Nogrady, M. y Chopin, J. (1979) "Diferenciación por espectrometría de masas de las 5-hidroxi-6,7 o 7,8-dimetoxi y de las 5,6,7- o 5,7,8-trimetoxiflavonas". *Phytochemistry* 18, 186.

180 Greger, H. (1969) "Flavonoides y sistematía de *Anthemideae*". *Naturwissenschaften* 56, 467.

181 Greger, H. (1978) "Un nuevo éster acetilénico de *Artemisia absinthium*". *Phytochemistry* 17, 806.

182 Greger, H. (1979a) "Poliacetilenos y sesaminas como caracteres químicos en el grupo de *Artemisia absinthium*". *Planta Med.* 35, 84.

183 Greger, H. (1979b) "Acetilenos aromáticos y derivados de dehidrofalcarinona en el grupo de *Artemisia absinthium*". *Phytochemistry* 18, 1319.

184 Greger, H. (1981) "Lignanos del tipo de la sesamina como marcadores químicos en *Artemisia*". *Biochem. Syst. Ecol.* 9, 165.

185 Greger, H. (1982) "Nuevos marcadores químicos en *Artemisia*" en *Aromatic Plants: Basic and Applied Aspects*. N. Margaris, A. Koedam y D. Vokou (Ed.), Martinus Nijhoff Publishers, La Haya, Boston, Londres.

186 Greger, H. (1985) "La fitoquímica comparativa como una disciplina biológica". *Plant. Syst. Evol.* 150, 1.

187 Greger, H. y Bohlmann, F. (1979) "8-Hidroxicapillarina, una nueva isocumarina de *Artemisia dracunculus*". *Phytochemistry* 18, 1244.

188 Greger, H. y Hofer, O. (1980) "Nuevos lignanos del tetrahydrofurano sustituidos asimétricamente de *Artemisia absinthium*". *Tetrahedron* 36, 3551.

189 Greger, H.; Bohlmann, F. y Zdero, C. (1977) "Nuevas isocumarinas de *Artemisia dracunculus*". *Phytochemistry* 16, 795.

190 Greger, H.; Haslinger, E. y Hofer, O. (1982a) "Albartina, un sesquiterpén-cumarín éter de *Artemisia alba*". *Monatsh. Chem.* 113, 375.

191 Greger, H.; Hofer, O. y Nikiforov, A. (1982b) "Sesquiterpén-cumarín éteres nuevos de especies de *Artemisia* y *Achillea*". *J. Nat. Prod.* 45, 455.

192 Greger, H.; Hofer, O. y Robien, W. (1983) "Tipos de sesquiterpén-cumarin éteres de *Achillea ochroleuca* y *Artemisia tripartita*". *Phytochemistry* 22, 1997.

193 Greger, H.; Zdero, C. y Bohlmann, F. (1986) "Eudesman-12,8 $\beta$ -ólidos y otros terpenos de especies de *Artemisia*". *Phytochemistry* 25, 891.

194 Grenier y Godron (1852) «Flore de France». II. Paris (tomado de Vallès, 1986).

195 Grupo coordinado para la investigación de la estructura de qinhaosu (1977). K'o Hsueh T'ung Pao 22, 142 (Chem. Abs. 87, 98788g).

196 Gu, H.; Warhurst, D.C. y Peters, W. (1986) "Hemolisis inducida in vitro por artemisinina y sus derivados". *Zhongguo Yaoli Xuebao* 7, 269 (Chem. Abs. 105, 35184b).

197 Günther, H.; Prestien, J. y Joseph-Nathan, P. (1975) "<sup>13</sup>C RMN de cumarina y metoxi-cumarinas. Una reinvestigación de las relaciones densidad de carga/desplazamiento químico". *Org. Magn. Reson.* 7, 339.

198 Güren, K.C.; Ulubelen, A. y Öksüz, S. (1972) "Compuestas. Santonina de *Artemisia fragrans*". *Phytochemistry* 11, 3542.

199 Hahn, R.D. (1966) "Estudios bioquímicos sobre los constituyentes de *Artemisia messerschmidiana* y sus derivados. I. Identificación de esculetina metil éteres y su acción colagógica". *Yakhak Hoeji* 10, 20 (Chem. Abs. 68, 112202c).

200 Halligan, J.P. (1975) "Terpenos tóxicos de *Artemisia californica*". *Ecology* 56, 999.

- 201 Hammouda, F.M.; Rizk, A.M.; Ismail, S.I. y Hassan, N.M. (1978) "Aislamiento de un derivado de acetofenona y de cumarinas de *Artemisia monosperma*". *Fitoterapia* 49, 53 (Chem. Abs. 89, 176382c).
- 202 Harada, K. e Iwasaki, M. (1982) "Componentes volátiles de *Artemisia capillaris*". *Phytochemistry* 21, 2009.
- 203 Harborne, J.B. (1967) *Comparative Biochemistry of the Flavonoids* Academic Press, Londres y Nueva York.
- 204 Harborne, J.B. (1968) "El uso de caracteres químicos secundarios en la sistemática de las plantas superiores" en *Chemotaxonomy and Serotaxonomy*. J.G. Hawkes (Ed.), Academic Press, Londres y Nueva York. Capítulo 16.
- 205 Harborne, J.B. (1984) *Phytochemical Methods*. Chapman and Hall, Londres y Nueva York.
- 206 Harborne, J.B. y Mabry, T.J. (Eds.) *The Flavonoids: Advances in Research*. Chapman and Hall, Londres y Nueva York.
- 207 Harborne, J.B. y Turner, B.L. (1984) *Plant Chemosystematics*. Academic Press, Londres.
- 208 Harborne, J.B.; Heywood, V.H. y Saleh, N.A.M. (1970) "Quimiosistemática de las Compuestas: modelos flavonoides en el complejo *Chrysanthemum* de la tribu *Anthemideae*". *Phytochemistry* 9, 2011.
- 209 Harborne, J.B.; Mabry, T.J. y Mabry, H. (Eds.) (1975) *The Flavonoids*. Academic Press, Londres y Nueva York.

210 Hearn, M.T.W. (1977) "<sup>13</sup>C RMN de algunos alcoholes diacetilénicos". *Org. Magn. Reson.* 9, 141.

211 Hearn, M.T.W. y Turner, J.L. (1976) "Espectro de <sup>13</sup>C RMN del antibiótico poliace-tilénico Diatretino 2, y de compuestos relacionados". *J. Chem. Soc. Perkin II*, 1027.

212 Hegnauer, R. (1962-1973) «Chemotaxonomie der Pflanzen». Ed. Birkhäuser, Basilea. Tomos 1-6.

213 Hegnauer, R. (1986) "Fitoquímica y taxonomía de plantas. Un ensayo sobre la quimiotaxonomía de las plantas superiores". *Phytochemistry* 25, 1519.

214 Herz, W. y Santhanam, P.S. (1965) "Arbiglobina, un nuevo guayanólido de *Artemisia bigelovii*". *J. Org. Chem.* 30, 4340.

215 Herz, W. y Ueda, K. (1961) "Lactonas sesquiterpénicas de *Artemisia tilesii* Ledeb.". *J. Am. Chem. Soc.* 83, 1139.

216 Herz, W.; Farkas, L.; Sudarsanam, V.; Wagner, H.; Hörhammer, L. y Rüger, R. (1966) "Aislamiento y estructura de axillarina, una nueva flavona de *Iva axillaris* Pursh. ssp. *robustior*". *Chem. Ber.* 99, 3539.

217 Herz, W.; Bhat, S.V. y Santhanam, P.S. (1970) "Cumarinas de *Artemisia dracunculoides* y 3',6-dimetoxi-4',5,7-trihidroxi-flavona de *Artemisia arctica*", *Phytochemistry* 9, 891.

218 Herz, W.; Govindan, S.V.; Riess-Maurer, I.; Kreil, B.; Wagner, H.; Farkas, L. y Strelisky, J. (1980) "Aislamiento y síntesis de dos nuevas flavonas de *Conoclinium coelestinum*". *Phytochemistry* 19, 669.

219 Heywood, V.H. (Ed.) (1971) «The Biology and Chemistry of the *Umbelliferae*». Academic Press, Londres y Nueva York.

220 Heywood, V.H.; Harborne, J.B. y Turner, B.L. (Eds.) «The Biology and Chemistry of the *Compositae*». Academic Press, Londres y Nueva York.

221 Hillis, W.E. y Horn, D.H.S. (1965) "RMN y estructuras de algunos C-glicosilflavonoides". *Aust. J. Chem.* 18, 531.

222 Hofer, O. y Greger, H. (1984) "Escopoletin-sesquiterpén éteres de *Artemisia persica*". *Phytochemistry* 23, 181.

223 Hofer, O.; Weissensteiner, W. y Widhalm, M. (1983) "Configuraciones absolutas y dicroísmo circular de sesquiterpén-cumarin éteres". *Monatsh. Chem.* 114, 1399.

224 Hofer, O.; Szabó, G. y Greger, H. (1986) "Acido 2-hidroxi-4-metoxi-trans-cinámico como precursor de herniarina en *Artemisia dracunculus*". *Monatsh. Chem.* 117, 1219.

225 Hoffmann, B. y Herrmann, K. (1982) "Glicósidos de flavonol de *Artemisia vulgaris*, *A. dracunculus* y *A. absinthium*". *Z. Lebensm. Unters. Forsch.* 174, 211.

226 Hoffmann, H.M.R. y Rabe, J. (1985) "Síntesis y actividad biológica de  $\alpha$ -metilén- $\gamma$ -butirolactonas". *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* 24, 94.

227 Holland, H.L.; Diakow, P.R.P. y Taylor, G.J. (1978) " $^{13}\text{C}$  RMN de algunos C-19-hidroxi, C-5,6-epoxi, C-24-etil y C-19-noresteroides". *Can. J. Chem.* 56, 3121.

228 Holub, M. y Budesinsky, M. (1986) "Lactonas sesquiterpénicas de las *Umbelliferae*". *Phytochemistry* 25, 2015.

229 Hostettmann, K. (1985) "Recent Advances in methodology for the isolation and purification of plant phenolics" en *Annual Proceedings of The Phytochemical Society of Europe*. Vol. 25: 1985. *The Biochemistry of Plant Phenolics*. C.F. Van Sumere y P.J. Lea (Eds.), Clarendon Press, Oxford. Capítulo 1.

230 Hu, J.S. y Li, P.C. (1965) "Principios anticoléricos de *Artemisia scoparia*. I. Fracción soluble en agua del extracto". *Yao Hsueh Hsueh Pao* 12, 289 (Chem. Abs. 63, 6021b).

231 Huneck, S.; Bohlmann, F.; Banerjee, S.; Hartono, L.; Ang, W. y Khaidar, T. (1985) "Compuestos de cuatro representantes de Mongolia de la tribu *Anthemideae*". *Pharmazie* 40, 365.

232 Huneck, S.; Zdero, C. y Bohlmann, F. (1986) "Seco-guayanólidos y otros componentes de especies de *Artemisia*". *Phytochemistry* 25, 883.

233 Hurabielle, M.; Eberle, J. y Paris, M. (1982) "Estudio de los flavonoides de *Artemisia campestris* ssp. *glutinosa*". *Planta Med.* 46, 124.

234 Iinuma, M.; Matsuura, S. y Kusuda, K. (1980) "Estudios de  $^{13}\text{C}$  RMN de flavonoides polisustituidos. I.  $^{13}\text{C}$  RMN de flavonas". *Chem. Pharm. Bull.* 28, 708.

235 Imai, K. y Sampei, N. (1952) "Variación estacional de esculetina-6,7-dimetil éter. Contenido en *Artemisia capillaris*". *Ann. Rept. Takamine Lab.* 4, 54 (Chem. Abs. 49, 3474).

236 Irwin, M.A. (1971) "Lactonas sesquiterpénicas de *Artemisia*". Disertación Ph.D., Universidad de California en Los Angeles (Chem. Abs. 75, 137459z).

237 Irwin, M.A. y Geissman, T.A. (1969a) "Lactonas sesquiterpénicas de especies de *Artemisia*: nuevas lactonas de *A. arbuscula* ssp. *arbuscula* y *A. tridentata* ssp. *rupicola*". *Phytochemistry* 8, 2411.

238 Irwin, M.A. y Geissman, T.A. (1969b) "Lactonas sesquiterpénicas. Constituyentes de *Artemisia nova* Nels. y *A. tripartita* A.Gray ssp. *rupicola*". *Phytochemistry* 8, 305.

239 Irwin, M.A. y Geissman, T.A. (1971) "Lactonas sesquiterpénicas de *Artemisia*: arbusculina C, rotina A y rotina B". *Phytochemistry* 10, 637.

240 Irwin, M.A. y Geissman, T.A. (1973a) "Arbusculina D de *Artemisia arbuscula* ssp. *arbuscula*". *Phytochemistry* 12, 853.

241 Irwin, M.A. y Geissman, T.A. (1973b) "Novanina: un germacranólido de *Artemisia nova*". *Phytochemistry* 12, 875.

242 Irwin, M.A. y Geissman, T.A. (1973c) "Rupicolina A y B, rupina A y B y cumambrina B-óxido de *Artemisia tripartita* ssp. *rupicola*". *Phytochemistry* 12, 863.

243 Irwin, M.A. y Geissman, T.A. (1973d) "Ridentina B: un eudesmanólido de *Artemisia tripartita* ssp. *rupicola*". *Phytochemistry* 12, 871.

244 Irwin, M.A.; Lee, K.H.; Simpson, R.F. y Geissman, T.A. (1969) "Lactonas sesquiterpénicas de *Artemisia*: Ridentina". *Phytochemistry* 8, 2009.

245 Jain, M.P.; Thakur, R.S. y Rao, P.R. (1976) "Cumarinas de *Artemisia parvifolia* Roxb.". *Curr. Sci.* 45, 640.

246 Jakupovic, J.; Chan-Thi, T.V.; Warning, U.; Bohlmann, F. y Greger, H. (1986) "11 $\beta$ ,13-dihidroguayanólidos de *Artemisia douglasiana* y un acetileno tiofénico de *A. schmidtiana*". *Phytochemistry* 25, 1663.

247 Jeremic, D.; Jokic, A.; Behbud, A. y Stefanovic, M. (1973) "Un nuevo tipo de lactona aislado de *Artemisia annua*". *Tetrahedron Lett.*, 3039.

248 Jeremic, D.; Stefanovic, M.; Dokovic, D. y Milosavljevic, S. (1979) "Flavonoides de *Artemisia annua*". *Bull. Soc. Chim. Beograd* 44, 615.

249 Jung, M.; El-Sohly, H.N.; Croom, E.M.; McPhail, A.T. y McPhail, D.R. (1986) "Conversión práctica de ácido artemisico en desoxiartemisina". *J. Org. Chem.* 51, 5417.

250 Kagarlitskii, A.D. y Adekenov, S.M. (1984) "Nuevas lactonas sesquiterpénicas de plantas del Kazakhstan Central". *Izv. Akad. Nauk SSR, Ser. Khim.*, 37 (Chem. Abs. 102, 3215j).

251 Kalinowski, H.; Berger, S. y Braun, S. (1984) «<sup>13</sup>C RMN Spektroskopie». Georg-Thieme-Verlag, Stuttgart y Nueva York.

252 Karrer, W. (1958) «Konstitution und Vorkommen der Organischen Pflanzenstoffe». Editorial Birkhäuser, Basilea.

253 Kasymov, S.Z. y Sidyakin, G.P. (1969a) "Lactonas sesquiterpénicas de *Artemisia tenuisecta*". *Khim. Prir. Soedin.*, 445 (Chem. Abs. 72, 75666s).

254 Kasymov, S.Z. y Sidyakin, G.P. (1969b) "Cumarinas de *Artemisia persica*". *Khim. Prir. Soedin.*, 319 (Chem. Abs. 72, 63625q).

255 Kasymov, S.Z.; Abdullaev, N.D.; Sidyakin, G.P. y Yagudaev, M.R. (1979a) "Anabsina, un nuevo dímero de guayanólido de *Artemisia absinthium*". *Khim. Prir. Soedin.*, 495 (Chem. Abs. 92, 129115v).

256 Kasymov, S.Z.; Abdullaev, N.D.; Zakirov, S.K.; Sidyakin, G.P. y Yagudaev, M.R. (1979b) "Un nuevo guayanólido de *Artemisia absinthium*: artemolina". *Khim. Prir. Soedin.*, 658 (Chem. Abs. 94, 80214b).

257 Kawatani, T. y Takeuchi, T. (1954) "Dos compuestos cristalinos de *Artemisia finita*. Un descubrimiento más de una artemisia que contiene 1- $\beta$ -santonina". *J. Pharm. Soc. Japan* 74, 793 (Chem. Abs. 49, 11607f).

258 Kelsey, R.G. y Shafizadeh, F. (1979) "Lactonas sesquiterpénicas y sistemática del género *Artemisia*". *Phytochemistry* 18, 1591.

259 Kelsey, R.G. y Shafizadeh, F. (1980) "Tricomas glandulares y lactonas sesquiterpénicas de *Artemisia nova*". *Biochem. Syst. Ecol.* 8, 371.

260 Kelsey, R.G.; Morris, M.S.; Bhadane, N.R. y Shafizadeh, F. (1973) "Lactonas sesquiterpénicas de *Artemisia*: análisis por TLC y significado taxonómico". *Phytochemistry* 12, 1345.

261 Kelsey, R.G.; Thomas, J.W.; Watson, T.J. y Shafizadeh, F. (1975) "Estudios de población de *Artemisia tridentata* ssp. *vaseyana*: números cromosómicos y razas de lactonas sesquiterpénicas". *Biochem. Syst. Ecol.* 3, 209.

262 Kelsey, R.G.; Shafizadeh, F.; Campbell, J.A.; Craig, A.C.; Campana, C.F. y Graig R.E.R. (1983) "Canina de *Artemisia cana* Pursh. ssp. *cana*. Estructura e identificación de crisartemina A". *J. Org. Chem.* 48, 125.

263 Khafagy, S.M.; Gharbo, S.A. y Sharg, T.M. (1971) "Investigación fitoquímica de *Artemisia herba alba*". *Planta Med.* 20, 90.

264 Khafagy, S.M.; Abdel-Salam, M.A. y El-Ghazouly, M.G. (1976) "Un método colorimétrico para la estimación de judaicina, principio amargo de *Artemisia judaica*". *Planta Med.* 30, 21.

265 Khafagy, S.M.; El-Ghazouly, M.G. y Metwally, A.M. (1979) "Aislamiento y caracterización de dos flavonas metiladas de *Artemisia monosperma*". *Pharmazie* 34, 748.

266 Khafagy, S.M.; Al-Yahya, M.A.; Ziesche, J. y Bohlmann, F. (1983) "Un derivado poco usual del nerolidol de *Artemisia inculata*". *Phytochemistry* 22, 1821.

267 Khomchenovskii, E.I. (1986) "Sesquiterpenos con un grupo peróxido, una clase nueva de compuestos con actividad antimalárica". *Zh. Vses. Khim., O-va. im. D.I. Mendeleva* 31, 102 (Chem. Abs. 105, 90545v).

268 Khu, D.; Zhang, S.; Liu, B.; Fan, G.; Liu, J. y Xu, R. (1982) "Estudio de los constituyentes antibacterianos de Qin Hao (*Artemisia annua* L.)". *Zhongcaoyao* 13, 6 (Chem. Abs. 97, 107028v).

269 Kingsbury, C.A. y Hooker, J.H. (1975) "Espectros de  $^{13}\text{C}$  RMN de metoxiflavonas". *J. Org. Chem.* 40, 1120.

270 Kingston, D.G.I. (1971) "Espectrometría de masas de compuestos orgánicos. VI. Espectros de impacto electrónico de flavonoides". *Tetrahedron* 27, 2691.

271 Kiso, Y.; Sasaki, K.; Oshima, Y. e Hikino, H. (1982) "Estructura de arcapillina, un principio antihepatotóxico de las partes aéreas de *Artemisia capillaris*". *Heterocycles* 19, 1615.

272 Kiso, Y.; Ogasawara, S.; Hirota, K.; Watanabe, N.; Oshima, Y.; Konno, C. e Hikino, H. (1984) "Principios antihepatotóxicos de capullos florales de *Artemisia capillaris*". *Planta Med.* 50, 81.

273 Kitagawa, I.; Fukuda, Y.; Yoshihara, M.; Yamahara, J. y Yoshikawa, M. (1983) "Capillartemisinas A y B, dos nuevos principios anticoléricos de las partes aéreas de *Artemisia capillaris*". *Chem. Pharm. Bull.* 31, 352.

274 Klayman, D.L. (1985) "Qinhaosu (artemisinina): una droga antimalárica procedente de China". *Science* 228, 1049.

275 Klayman, D.L.; Liu, A.J.; Acton, N.; Scovill, J.P.; Hoch, W.K.; Theoharides, A.D. y Dobeck, A.S. (1984) "Aislamiento de artemisinina (qinhaosu) de *Artemisia annua* procedente de los Estados Unidos". *J. Nat. Prod.* 47, 715.

276 Klyshev, L.K. y Baltabaeva, G.R. (1978) "Recursos y características bioquímicas de *Artemisia cina* Berg.". *Izv. Akad. Nauk Kaz. SSR, Ser. Biol.* 16, 7 (Chem. Abs. 89, 56430v).

277 Komiya, Y.; Naruse, Y. y Oshio, H. (1976) "Estudios sobre Inchinko (*Artemisia capillaris*). II. Compuestos relacionados con capillarisina y flavonoides". *Yakugaku Zasshi* 96, 855 (Chem. Abs. 86, 55239r).

278 Konovalova, O.A.; Rybalko, K.S. y Shreter, A.I. (1976) "Cumarinas de *Artemisia*". *Khim. Prir. Soedin.*, 97 (Chem. Abs. 85, 30626f).

279 Koreeda, M.; Matsueda, S.; Satomi, T.; Hirotsu, K. y Clardy, J. (1979) "Estructura de yomogiartemina, una nueva lactona sesquiterpénica de *Artemisia feddei*". *Chem. Lett.*, 81.

280 Kranen-Fiedler, U. (1956). *Arzneimittelforschung* 6, 475 (tomado de Hegnauer, 1962-1973).

281 Krasheninnikov, I.M. (1946) "Un ensayo de análisis filogenético de algunos grupos eurasiáticos del género *Artemisia* L., según los datos paleogeográficos de Eurasia". *Mat. Ist. Fl. Rastit SSSR* 2, 87 (tomado de Vallès, 1986).

282 Kupchan, S.M. y Bauerschmidt, E. (1971) "Flavonoides citotóxicos de *Baccharis sarothroides*". *Phytochemistry* 10, 664.

283 Lallemand, J.Y.; Duteil, M. (1977) "<sup>13</sup>C RMN de rutina y quercetina". *Org. Magn. Reson.* 9, 179.

284 Lamarck, J.B.P.A.M. Chevalier de y De Candolle, A.P. (1815) «*Flore Française*». Paris (tomado de Vallès, 1986).

285 Lao, A.; Fujimoto, Y. y Tatsuno, T. (1983) "Constituyentes de *Artemisia rubripes* Nakai". *Yakugaku Zasshi* 103, 696 (Chem. Abs. 99, 119318n).

286 Lebreton, P.; Wollenweber, E.; Southwick, L. y Mabry, T.J. (1971) "Sobre el 6-metoxikaempferol, un nuevo compuesto natural extraído de *Prunus avium* L. var. *juliana* (L.) Koch.". *C.R. Acad. Sci. Paris* 272 C, 1529.

287 Lee, K.H. y Geissman, T.A. (1970) "Lactonas sesquiterpénicas de *Artemisia*: constituyentes de *A. ludoviciana* ssp. *mexicana*". *Phytochemistry* 9, 403.

288 Lee, K.H. y Geissman, T.A. (1971) "Lactonas sesquiterpénicas de *Artemisia*: artefransina de *A. franserioides*". *Phytochemistry* 10, 205.

289 Lee, K.H.; Simpson, R.F. y Geissman, T.A. (1969) "Lactonas sesquiterpénicas de *Artemisia*: componentes de *A. cana* ssp *cana*. Estructura de canina". *Phytochemistry* 8, 1515.

290 Lee, K.H.; Matsueda, M. y Geissman, T.A. (1971) "Lactonas sesquiterpénicas de *Artemisia*: guayanólidos nuevos de *A. douglasiana* recogida en otoño". *Phytochemistry* 10, 405.

291 Lessing, C.F. (1832) ~~«Synopsis generum compositarum»~~. Berlin (tomado de Vallès, 1986).

292 Levy, M. (1977) "Indices de pasos biosintéticos mínimos como medida de la afinidad flavonoide comparativa". *Syst. Bot.* 2, 89.

293 Linné, C. Von (1735) ~~«Species Plantarum»~~, primera edición.

294 Liu, Y.L. y Mabry, T.J. (1981a) "Lactonas sesquiterpénicas de *Artemisia frigida*". *J. Nat. Prod.* 44, 722.

295 Liu, Y.L. y Mabry, T.J. (1981b) "Dos flavonas metiladas de *Artemisia frigida*". *Phytochemistry* 20, 309.

296 Liu, Y.L. y Mabry, T.J. (1981c) "Flavonoides de *Artemisia frigida*". *Phytochemistry* 20, 1389.

297 Liu, Y.L. y Mabry, T.J. (1982) "Flavonoides de *Artemisia ludoviciana* var. *ludoviciana*". *Phytochemistry* 21, 209.

298 Liu, Y. e Yu, D. (1985) "Estudio de la composición química de *Artemisia rupestris* L." *Xaoxue Xuebao* 20, 514 (Chem. Abs. 103, 193145c).

299 Liu, J.M.; Ni, M.Y.; Fan, J.F.; Tu, Y.Y.; Wu, Z.H. y Chou, W.S. (1979) "Estudio y reactividad de arteannuina". *Hua Hsueh Hsueh Pao* 37, 129 (Chem. Abs. 92, 94594w).

300 Liu, H.M.; Li, K.L. y Wo, W.C. (1980) "Estudio de los constituyentes de *Artemisia annua*". *Yao Hsueh T'ung Pao* 15, 39 (Chem. Abs. 95, 121030e).

301 Liu, H.M.; Li, G.M. y Wu, H.Z. (1981) "Contituyentes quimicos de *Artemisia annua*". *Yao Hsueh Pao* 16, 65 (Chem. Abs. 96, 74554n).

302 Liu, Y.L.; Mabry, T.J.; Lardy, C. y Chopin, J. (1982) "C-glicosilflavonoides de *Artemisia frigida*". *Rev. Latinoam. Quim.* 13, 56.

303 Lukovnikova, G.A. (1965) "Algunos componentes biológicamente activos de plantas". *Prikl. Biokhim. i Mikrobiol.* 1, 594 (Chem. Abs. 64, 4170e).

304 Mabry, T.J.; Markham, K.R. y Thomas, M.B. (1970) *«The Systematic Identification of Flavonoids»*. Springer-Verlag, Nueva York-Heidelberg-Berlin.

305 Mallabaev, A.; Tashkhodzhaev, B.; Saitbaeva, I.M.; Yagudaev, M.R. y Sidyakin, G.P. (1986) "Estructura de arteleina, una nueva lactona sesquiterpénica dimérica de *Artemisia leucodes*". *Khim. Prir. Soedin.*, 46 (Chem. Abs. 105, 75873g).

306 Marco, J.A.; Barberá, O.; Sanz, J.F. y Sánchez-Parareda, J. (1985) "Diglicósidos de flavonol de *Melia azedarach*". *J. Nat. Prod.* 49, 170.

307 Marco, J.A.; Barberà, O. y Sánchez-Parareda, J. (1987a) "Glicósidos de flavonol y cumarina de *Artemisia incanescens*". *J. Nat. Prod.* 51, 0000.

308 Marco, J.A.; Arnó, M. y Carda, M. (1987b) "Síntesis de yomogina, 1-desoxiivaangustina y 1-desoxi-8-epiivangustina". *Can J. Chem.* 65, 630.

309 Markham, K.R. (1982) «Techniques of Flavonoid Identification». Academic Press, London.

310 Markham, K.R.; Ternai, B.; Stanley, R.; Geiger, H. y Mabry, T.J. (1978) "Estudios de <sup>13</sup>C RMN de flavonoides. III. Glicósidos flavonoides naturales y sus derivados acilados". *Tetrahedron* 34, 1389.

311 Martínez, V.; Barberà, O.; Sánchez-Parareda, J. y Marco, J.A. (1987) "Compuestos fenólicos y acetilénicos de *Artemisia assoana*". *Phytochemistry* 26, 0000.

312 Mashimo, K.; Shimizu, K. y Chihara, G. (1963) "Colagogos. Acción colagógica de *Artemisia capillaris*". *Saishin Igaku* 18, 1430 (Chem. Abs. 62, 3302g).

313 Mata, R.; Delgado, G. y Romo de Vivar, A. (1984) "Lactonas sesquiterpénicas de *Artemisia mexicana* var. *angustifolia*". *Phytochemistry* 23, 1665.

314 Mata, R.; Delgado, G. y Romo de Vivar, A. (1985) "Lactonas sesquiterpénicas de *Artemisia klotzchiana*". *Phytochemistry* 24, 1515.

315 Matsueda, S. y Geissman, T.A. (1967a)  
"Lactonas sesquiterpénicas de *Artemisia*. III.  
Arglanina de *A. douglasiana* Bess.". *Tetrahe-  
dron Lett.*, 2013.

316 Matsueda, S. y Geissman, T.A. (1967b)  
"Lactonas sesquiterpénicas de *Artemisia*. IV.  
Douglanina de *A. douglasiana* Bess.". *Tetrahe-  
dron Lett.*, 2159.

317 Matsueda, S. y Nagaki, M. (1984)  
"Estudio sobre lactonas sesquiterpénicas .  
XII. Constitución química de *Artemisia mon-  
tana* (Nakai) Pamp.". *Yakugaku Zasshi* 104,  
753 (Chem. Abs. 101, 207617f).

318 Matsueda, S.; Satomi, T.; Otaki, Y.;  
Sato, S.; Sasaki, S.; Maruyama, M. y Suzuki,  
M. (1972) "Lactonas sesquiterpénicas. VIII.  
Constitución química de *Artemisia feddei* re-  
cogida en la prefectura de Kochi". *Yakugaku  
Zasshi* 92, 1564 (Chem. Abs. 78, 55336e).

319 Matsueda, S.; Sato, S. y Satomi, Y.  
(1973) "Lactonas sesquiterpénicas. IX. Varia-  
ción estacional de la composición química de  
*Artemisia feddei* recogida en la prefectura de  
Kochi". *J. Pharm. Soc. Japan* 93, 922 (Chem.  
Abs. 79, 75928y).

320 Matsueda, S.; Nagaki, M. y Koreeda, M.  
(1980a) "Estudio sobre lactonas sesquiterpé-  
nicas . XI. Constitución química de *Artemisia  
feddei* Lev. et Van.". *Yakugaku Zasshi* 100,  
615 (Chem. Abs. 93, 110597c).

321 Matsueda, S.; Nagaki, M.; Tanaka, K. y  
Shimoyama, M. (1980b) "Cumarinas producidas  
por *Artemisia feddei* y sus actividades bioló-  
gicas". *Sci. Rep. Hirosaki Univ.* 27, 17  
(Chem. Abs. 93, 146368t).

322 Matsueda, S.; Nagaki, M.; Tanaka, K. y Shimoyama, M. (1980c) "Estudio quimiotaxonómico de artemisias del Lejano Este: variación de cumarinas naturales según el hábitat". *Sci. Rep. Hirosaki Univ.* 27, 17 (Chem. Abs. 93, 146368t).

323 Matsueda, S.; Nagaki, M.; Tanaka, K. y Ono, S. (1981) "Cumarinas producidas por *Artemisia feddei* y sus actividades biológicas". *Sci. Rep. Hirosaki Univ.* 28, 41 (Chem. Abs. 95, 183944q).

324 Mazur, Y. y Meisels, A. (1955) "Aislamiento de 5-hidroxi-3,6,7,3',4'-penta-metoxiflavona". *Bull. Research Council Israel* 5A, 67 (Chem. Abs. 50, 2923).

325 McArthur, E.D.; Pope, C.L. y Freeman, D.C. (1981) "Estudios cromosómicos del subgénero *Tridentatae* de *Artemisia*: evidencias para la autoploidia". *Amer. J. Bot.* 68, 589 (tomado de Vallès, 1986).

326 McCormick, S. y Bohm, B. (1986) "Flavonoides metilados de *Artemisia lindle-yana*". *J. Nat. Prod.* 49, 167.

327 Mears, J.A. y Mabry, T.J. (1972) "Un procedimiento para la detección por UV de grupos hidroxilo y metoxilo en C6 en flavonas y flavonoles 3-O-sustituídos". *Phytochemistry* 11, 411.

328 Metwally, M.A.; Jakupovic, J.; Youns, M.I. y Bohlmann, F. (1985) "Eudesmanólidos de *Artemisia judaica*". *Phytochemistry* 24, 1103.

329 Misra, L.N. (1986) "Arteannuina C, una lactona sesquiterpénica de *Artemisia annua*". *Phytochemistry* 25, 2892.

- 330 Miyazawa, M. y Kameoka, H. (1975a) "Un nuevo poliacetileno de *Artemisia vulgaris*". *Phytochemistry* 14, 1126.
- 331 Miyazawa, M. y Kameoka, H. (1975b) "Capillanol: un nuevo alcohol acetilénico de *Artemisia capillaris*". *Phytochemistry* 14, 1874.
- 332 Miyazawa, M. y Kameoka, H. (1976a) "Neocapilleno, un nuevo hidrocarburo acetilénico de *Artemisia capillaris*". *Phytochemistry* 15, 1988.
- 333 Miyazawa, M. y Kameoka, H. (1976b) "Norcapilleno, un nuevo hidrocarburo acetilénico del aceite esencial de *Artemisia capillaris*". *Phytochemistry* 15, 223.
- 334 Motl, O. y Ocir, G. (1979) "Sustancias de plantas. XLIV. Composición de *Neopallasia pectinata*". *Collect. Czech. Chem. Commun.* 44, 3019 (Chem. Abs. 92, 55086n).
- 335 Mukhametzhanov, M.N.; Abdrakhmanov, O.A. y Adekenov, S.M. (1977) "Lactonas sesquiterpénicas de *Artemisia austisca*". *Teor. Osnovy Pererab. Mineral'n. i Organ. Syr'ya* 4, 73 (Chem. Abs. 89, 39381n).
- 336 Murray, R.D.H. y Stefanovic, M. (1986) "6-Metoxi-7,8-metilendioxicumarina de *Artemisia dracunculoides* y *A. vulgaris*". *J. Nat. Prod.* 49, 550.
- 337 Murray, R.D.H.; Méndez, J. y Brown, S.A. (1982) *«The Natural Coumarins»*. John Wiley and Sons Ltd., Chichester-Nueva York-Brisbane-Toronto-Singapur.

338 Nagaki, M. (1984) "Dos lactonas sesquiterpénicas de especies de *Artemisia*". *Phytochemistry* 23, 462.

339 Nair, M.S.R.; Acton, N.; Klayman, D.L.; Kendrick, K.; Basile, D.V. y Mante, K. (1986) "Producción de artemisinina en cultivos de tejidos de *Artemisia annua*". *J. Nat. Prod.* 49, 504.

340 Namba, T.; Hattori, M.; Takehana, Y.; Tsunozuka, M.; Tomimori, T.; Kizu, H. y Miyaichi, Y. (1983) "Una flavona de *Artemisia capillaris*". *Phytochemistry* 22, 1057.

341 Nano, G.M.; Martelli, A. y Sancin, P. (1966) "Investigación química de artemisias de Piemonte". *Riv. Ital. Essenze-Profumi, Piante Offic., Aromi-Saponi, Cosm. Aerosol* 98, 409 (Chem. Abs. 66, 31930v).

342 Narayanan, C.R. y Venkatasubramanian, N.K. (1968) "Métodos sencillos para conocer la estereoquímica de la cadena lateral de lactonas". *J. Org. Chem.* 33, 3156.

343 Nazarenko, M.V. y Leont'eva, L.I. (1966) "Sieversinina, una nueva lactona sesquiterpénica". *Khim. Prir. Soedin.*, 339 (Chem. Abs. 67, 32803p).

344 Nesmelova, E.F. y Sidyakin, G.P. (1971) "Lactonas de *Artemisia scoparia*". *Khim. Prir. Soedin.*, 376 (Chem. Abs. 75, 115850t).

345 Nieschulz, O. y Schmersal, P. (1968) "Agentes anticoléricos de *Artemisia abrotanum*". *Arzneim.-Forsch.* 18, 1330 (Chem. Abs. 70, 10194a).

- 346 Nordby, H.E.; Fischer, J.F. y Kew, T.J. (1968) "Apigenina 7 $\beta$ -rutinósido, un nuevo flavonoide de las hojas de *Citrus paradisi*". *Phytochemistry* 7, 1653.
- 347 Ohno, N.; Gershenzon, J.; Roane, C. y Mabry, T.J. (1980) "11,13-Dehidrodesacetilmatricarina y otras lactonas sesquiterpénicas de *Artemisia ludoviciana* var. *ludoviciana*, y la identidad de artecanina y crisartemina B". *Phytochemistry* 19, 103.
- 348 Ohta, T. (1946) "Compuestos del fruto de *Artemisia capillaris*". *Yakugaku Zasshi* 45, 6634.
- 349 Ohwi, J. (1984) *Flora of Japan*. F.G. Meyer y E.H. Walker (Eds.), Smithsonian Institution, Washington D.C.
- 350 Okuno, I.; Kagawa, K.; Noro, I. y Namba, T. (1983) "Variación estacional de los constituyentes químicos de *Artemisia capillaris* Thunb.". *Shoyakugaku Zasshi* 37, 199 (Chem. Abs. 100, 91205t).
- 351 Organesyan, E.T.; Smirnova, L.P.; Dzhumyrko, S.F. y Kechatova, N.A. (1976) "Axillarósido, un nuevo flavonol de *Artemisia taurica*". *Khim. Prir. Soedin.*, 599 (Chem. Abs. 86, 117595q).
- 352 Oswiecimska, M.; Polak, A.; Seide, O. y Sendra, J. (1965) "Estudio comparativo de cromatogramas de las fracciones flavonoides de algunas artemisias". *Diss. Pharm.* 17, 503 (Chem. Abs. 64, 18023h).

353 Parihar, B.B. y Dutt, S. (1947) "Examen químico de *Artemisia scoparia*. Aislamiento de un aceite esencial y de una lactona". *Proc. Indian Acad. Sci.* 25A, 153 (Chem. Abs. 41, 6606).

354 Patra, A. y Mitra, A.K. (1981) "Señales de  $^{13}\text{C}$  RMN de algunas cumarinas naturales y de sus derivados". *Org. Magn. Reson.* 17, 222.

355 Pavelkovskaya, G.P.; Alyukina, L.S. y Klyshev, L.K. (1967) "Contenido flavonoide de algunas artemisias". *Vestn. Akad. Nauk Kaz. SSR* 23, 60 (Chem. Abs. 68, 10228y).

356 Pelter, A.; Ward, R.S. y Gray, I.I. (1976) "Espectros de  $^{13}\text{C}$  RMN de flavonoides y compuestos relacionados". *J. Chem. Soc. Perkin I*, 2475.

357 Persson, K. (1974) "Estudios biosistemáticos sobre el complejo de *Artemisia maritima* en Europa". *Op. Bot. (Lund)* 38, 1 (tomado de Vallès, 1986).

358 Peters, W.; Ze-Lin, L.; Robinson, B.L. y Warhurst, D.C. (1986) "Quimioterapia de la malaria. XL. La acción de artemisinina y sesquiterpenos relacionados". *Ann. Trop. Med. Parasitol.* 80, 483 (Chem. Abs. 106, 211b).

359 Phan, T.S.; Vañ, N.H.; Nguyen, T.M.; Bui, V.Q. y Vu, V.C. (1984) "Lactonas de *Artemisia carvifolia* Wall.". *Tap Chi Hoa Hoc* 22, 7 (Chem. Abs. 103, 19861y).

360 Pignatti, S. (1982) «Flora d'Italia». Edagricole, Bolonia.

361 Poljakov, P.P. (1961) en «Flora SSSR». V. Komarov (Ed.), Moskva-Leningrad, Akad. Nauk SSSR. Volumen 26.

362 Pomilio, A.; Ellmann, B.; Künstler, K.; Schilling, G. y Weinges, K. (1977) "Investigaciones de  $^{13}\text{C}$  RMN de flavonoides". *Liebigs Ann. Chem.*, 588.

363 Popova, A.I.; Rybalko, K.S. y Evstratova, R.I. (1974) "Lactonas sesquiterpénicas de *Artemisia lagocephala*, *A. schrenkiana* y *Grossheimia ossica*". *Khim. Prir. Soedin.*, 528 (Chem. Abs. 82, 28594p).

364 Porter, L.J. y Markham, K.R. (1970) "Complejos de aluminio de flavonas y flavonoles". *Phytochemistry* 9, 1363.

365 Rodriguez Luis, F. (1987) "Lactonas sesquiterpénicas de *Artemisia lanata*". Comunicación personal. *Phytochemistry* 26, 0000.

366 Rodriguez, E.; Carman, N.J.; Van der Velde, G.; McReynolds, J.H.; Mabry, T.J.; Irwin, M.A. y Geissman, T.A. (1972) "Flavonoides metoxilados de *Artemisia*". *Phytochemistry* 11, 3509.

367 Rodriguez, E.; Towers, G.H.N. y Mitchell, J.C. (1976) "Actividades biológicas de lactonas sesquiterpénicas". *Phytochemistry* 15, 1573.

368 Romo, J. y Tello, H. (1972) "Estudio de la *Artemisia mexicana*: armexina, un nuevo santanólido cuya lactona posee fusión *cis*". *Rev. Latinoam. Quím.* 3, 122 (Chem. Abs. 78, 121339m).

369 Romo, J.; Romo de Vivar, A.; Trevino, R.; Joseph-Nathan, P. y Diaz, E. (1970) "Constituyentes de especies de *Artemisia* y *Chrisantemum*. Estructura de crisartemina A y B". *Phytochemistry* 9, 1615.

370 Romo de Vivar, A. y Jiménez, H. (1965)  
"Estructura de santamarina, una nueva lactona  
sesquiterpénica". *Tetrahedron* 21, 1741.

371 Romo de Vivar, A.; Vázquez, F. y Zetina,  
C. (1977) "Lactonas sesquiterpénicas de *Artemisia mexicana* var. *angustifolia*". *Rev. Latinoam. Quím.* 8, 127 (Chem. Abs. 88, 34489y).

372 Rouy, G.C.C. (1903) «Flore de France». Asnières, Paris y Rochefort. Tomo 8 (tomado de Vallès, 1986).

373 Rucker, G.; Mayer, R. y Manus, D. (1986)  
"Aislamiento de qinhausu de *Artemisia annua*  
de origen europeo". *Planta Med.*, 245.

374 Ryakhovskaya, T.V. y Alyukina, L.S.  
(1971) "Glicósidos de flavonoide de *Artemisia scoparia*". *Fenol'nye Soedin. Ikh. Fiziol. Svoitsva., Mater. Vses. Simp. Fenol'nyh Soedin., 2nd 1971 (Pub. 1973)*, 76 (Chem. Abs. 82, 54148r).

375 Ryakhovskaya, T.V. y Alyukina, L.S.  
(1980) "Caracteres flavonoides de algunas artemisias del subgénero *Seriphidium* (Bess.) Rouy". *Izv. Akad. Nauk Kaz. SSR, Ser. Biol.* 4, 7 (Chem. Abs. 93, 201012z).

376 Ryakhovskaya, T.V. y Sapko, O.A. (1985)  
"Flavonoides de *Artemisia cina*". *Khim. Prir. Soedin.*, 406 (Chem. Abs. 103, 51217d).

377 Ryakhovskaya, T.V.; Manadilova, A.M. y Sapko, O.A. (1985) "Flavonoides de *Artemisia sublessingiana*". *Khim. Prir. Soedin.*, 407 (Chem. Abs. 103, 85072t).

- 378 Rybalko, K.S.; Massagetov, P.S. y Evs-tratova, R.I. (1963) "Lactonas sesquiterpénicas de algunas formas de *Artemisia*". *Med. Prom. SSSR* 17, 41 (Chem. Abs. 59, 11888d).
- 379 Rybalko, K.S.; Gubanov, I.A. y Vlasov, M.I. (1964) "Aislamiento de escopoletina de *Artemisia persica* y *A. santolinaefolia*". *Med. Prom. SSSR* 18, 19 (Chem. Abs. 61, 1710b).
- 380 Rybalko, K.S.; Konovalova, O.A.; Shei-chenko, V.I. y Zakharov, P. (1976) "Armina, una nueva cumarina de *Artemisia armeniacum*". *Khim. Prir. Soedin.*, 294 (Chem. Abs. 85, 177199c).
- 381 Rydberg, P.A. (1916) «North American Flora». Volumen 34 (tomado de Vallès, 1986).
- 382 San Feliciano, A.; Medarde, M.; Poza, M.T. y Miguel del Corral, J.M. (1986) "Artegallina, una lactona sesquiterpénica de *Artemisia caerulescens* ssp. *gallica*". *Phytochemistry* 25, 1757.
- 383 Saitbaeva, I.M. y Sidyakin, G.P. (1970) "Cumarinas de *Artemisia annua*". *Khim. Prir. Soedin.*, 758 (Chem. Abs. 74, 95433h).
- 384 Saitbaeva, I.M.; Mallabaev, A. y Sidya-kin, G.P. (1981) "Lactonas de *Artemisia leucodes*". *Khim. Prir. Soedin.*, 247 (Chem. Abs. 95, 76864s).
- 385 Saitbaeva, I.M.; Mallabaev, A. y Sidya-kin, G.P. (1983a) "Composición de *Artemisia leucodes*". *Khim. Prir. Soedin.*, 780 (Chem. Abs. 100, 135842e).

386 Saitbaeva, I.M.; Mallabaev, A. y Sidyakin, G.P. (1983b) "Anhidroaustricina de *Artemisia leucodes*". *Khim. Prir. Soedin.*, 391 (Chem. Abs. 99, 102270z).

387 Saitbaeva, I.M.; Abdullaev, N.D.; Mallabaev, A. y Sidyakin, G.P. (1986) "Artelina, una nueva lactona sesquiterpénica de *Artemisia leucodes*". *Khim. Prir. Soedin.*, 115 (Chem. Abs. 105, 94464r).

388 Sakakibara, M. y Mabry, T.J. (1978) "Un procedimiento para la detección por UV de funciones oxigenadas en C8 en flavonas y flavonoles 3-O-sustituídos". *Rev. Latinoam. Quim.* 9, 92.

389 Saleh, N.A.M.; El-Negoumy, S.I.; Abd-Alla, M.F.; Abou-Zaid, M.M.; Dellamonica, G. y Chopin, J. (1985) "Glicósidos de flavonoide de *Artemisia monosperma* y *A. herba alba*". *Phytochemistry* 24, 201..

390 Sánchez-Viesca, F. y Romo, J. (1963) "Estafiatina, una nueva lactona sesquiterpénica aislada de *Artemisia mexicana* (Willd.)". *Tetrahedron* 19, 1285.

391 Sankar, S.S.; Gilbert, R.D. y Fornes, R.E. (1982) "Estudios de  $^{13}\text{C}$  RMN de algunas hidroxycumarinas y compuestos relacionados". *Org. Magn. Reson.* 19, 222.

392 Schmersal, P. (1965) "Sobre la aparición de escopoletina en *Artemisia abrotanum* L.". *Naturwissenschaften* 52, 498.

393 Schmersal, P. (1966) "Sobre la aparición de derivados de cumarina en las partes aéreas de *Artemisia abrotanum* L.". *Planta Med* 14, 179.

394 Schneider y Mielke, B (1978) "Análisis de los principios amargos absintina, artab-sina y matricina de *Artemisia absinthium* L. I. Detección en fármacos y TLC". *Dtsch. Apoth.-Ztg.* 118, 469 (Chem. Abs. 88, 197707g).

395 Seaman, F.C. (1982) "Lactonas sesquiterpénicas como caracteres taxonómicos en las *Asteraceae*". *Bot. Rev.* 48, 121.

396 Seaman, F.C. y Funk, V.A. (1983) "Análisis cladístico de productos naturales complejos: desarrollo de series de transformación a partir de datos de lactonas sesquiterpénicas". *Taxon* 32, 1.

397 Segal, R.; Cohen, D.; Sokoloff, S. y Zaitshev, D.V. (1973) "Una flavona nueva de *Artemisia herba alba*". *Lloydia* 36, 103.

398 Segal, R.; Sokoloff, S.; Haran, D.; Zaitshev, D.V. y Lichtenberg, D. (1977) "Nuevas lactonas sesquiterpénicas de *Artemisia herba alba*". *Phytochemistry* 16, 1237.

399 Segal, R.; Feuerstein, I.; Duddeck, H.; Kaiser, M. y Danin, A. (1983) "Lactonas sesquiterpénicas de dos poblaciones de *Artemisia herba alba*". *Phytochemistry* 22, 1983.

400 Segal, R.; Eden, L.; Danin, A.; Kaiser, M. y Duddeck, H. (1984) "Lactonas sesquiterpénicas de una población más de *Artemisia herba alba*". *Phytochemistry* 23, 2954.

401 Segal, R.; Eden, L.; Danin, A.; Kaiser, M. y Duddeck, H. (1985) "Lactonas sesquiterpénicas de *Artemisia herba alba*". *Phytochemistry* 24, 1381.

402 Serkerov, S.V. y Aleskerova, A.N. (1978)  
"Estructura de una lactona sesquiterpénica de  
*Artemisia fragrans*". *Khim. Prir. Soedin.*, 75  
(Chem. Abs. 88, 191129y).

403 Serkerov, S.V. y Aleskerova, A.N.  
(1981a) "Nuevos compuestos de *Artemisia han-  
seniana* var. *phylostachus*". *Khim. Prir. Soe-  
din.*, 564 (Chem. Abs. 96, 31669m).

404 Serkerov, S.V. y Aleskerova, A.N.  
(1981b) "Lactonas sesquiterpénicas de *Artemi-  
sia szowitziana*". *Khim. Prir. Soedin.*, 397  
(Chem. Abs. 95, 147136n).

405 Serkerov, S.V. y Aleskerova, A.N. (1983)  
"Artapsina, una lactona sesquiterpénica nueva  
de *Artemisia fragrans*". *Khim. Prir. Soedin.*,  
578 (Chem. Abs. 100, 117801m).

406 Serkerov, S.V. y Aleskerova, A.N.  
(1984a) "Jeiranbatanólido, un nuevo guayanólido  
de *Artemisia fragrans*". *Khim. Prir. Soe-  
din.*, 959 (Chem. Abs. 102, 92940g).

407 Serkerov, S.V. y Aleskerova, A.N.  
(1984b) "Lactonas sesquiterpénicas de *Artemi-  
sia santonica*". *Khim. Prir. Soedin.*, 391  
(Chem. Abs. 102, 21252y).

408 Serkerov, S.V. y Aleskerova, A.N.  
(1985a) "Estudio de sonachalina A, un nuevo  
germacranólido de *Artemisia fragrans*". *Khim.  
Prir. Soedin.*, 196 (Chem. Abs. 103, 85045m).

409 Serkerov, S.V. y Aleskerova, A.N.  
(1985b) "Sonachalina B: un eudesmanólido  
nuevo de *Artemisia fragrans*". *Khim. Prir.  
Soedin.*, 636 (Chem. Abs. 104, 165303e).

- 410 Serkerov, S.V. y Aleskerova, A.N. (1985c) "Estructura de un germacranólido nuevo: sonachalina C de *Artemisia fragrans*". *Khim. Prir. Soedin.*, 787 (Chem. Abs. 105, 3493k).
- 411 Serkerov, S.V.; Abbasov, R.M. y Aleskerova, A.N. (1976) "Lactonas sesquiterpénicas de *Artemisia hanseniana*". *Khim. Prir. Soedin.*, 661 (Chem. Abs. 86, 103081g).
- 412 Shafizadeh, F. y Bhadane, N.R. (1972a) "Badgerina, un nuevo germacranólido de *Artemisia arbuscula* ssp. *arbuscula*". *J. Org. Chem.* 37, 274.
- 413 Shafizadeh, F. y Bhadane, N.R. (1972b) "Lactonas sesquiterpénicas de *Artemisia*. Nuevos guayanólidos de *A. cana* ssp. *viscidula*". *J. Org. Chem.* 37, 3168.
- 414 Shafizadeh, F. y Bhadane, N.R. (1973) "Lactonas sesquiterpénicas de *Artemisia arbuscula* y *A. tridentata*". *Phytochemistry* 12, 857.
- 415 Shafizadeh, F. y Melnikoff, A.B. (1970) "Cumarinas de *Artemisia tridentata* ssp. *vaseyana*". *Phytochemistry* 9, 1311.
- 416 Shafizadeh, F.; Bhadane, N.R.; Morris, M.S.; Kelsey, R.G. y Khanna, S.N. (1971) "Lactonas sesquiterpénicas de big sagebrush". *Phytochemistry* 10, 2745.
- 417 Shafizadeh, F.; Bhadane, N.R. y Kelsey, R.G. (1974) "Lactonas sesquiterpénicas de *Artemisia*: constituyentes de *A. tripartita*". *Phytochemistry* 13, 699.

418 Shimada, H.; Kimura, K.; Noro, Y.; Okuda, K. e Hisada, Y. (1971) "Derivados de cumarina de *Artemisia lactiflora*". *Yakugaku Zasshi* 91, 503 (Chem. Abs. 75, 31294b).

419 Shimomura, H.; Sashida, Y. y Oshima, Y. (1979) "Cumarinas de *Artemisia apiacea*". *Phytochemistry* 18, 1761.

420 Shimomura, H.; Sashida, Y.; Oshima, Y.; Azuma, T. y Saito, M. (1980a) "Componentes quimicos de *Artemisia apiacea* Hance. III. Composición de tallos y hojas". *Yakugaku Zasshi* 100, 1164 (Chem. Abs. 61705v).

421 Shimomura, H.; Sashida, Y. y Oshima, Y. (1980b) "Componentes quimicos de *Artemisia apiacea* Hance. II. Más cumarinas de las cabezuelas florales". *Chem. Pharm. Bull.* 28, 347.

422 Singh, G.; Nair, G.V. y Aggarwal, K.P. (1954). "Estructura de escoparona". *Chem. Ind.*, 1294.

423 Smith, P.M. (1976) *Plant Chemotaxonomy*. Edward Arnold Publishers Ltd., Londres.

424 Spitzer, J.C. y Steelink, C. (1967) "Aislamiento de matricina de *Artemisia carruthii*". *J. Pharm. Sci.* 56, 650 (Chem. Abs. 67, 22030v).

425 Stefanovic, M.; Krstic, L. y Mladenovic, S. (1973) "Extractos de *Artemisia scoparia*". *Phytochemistry* 12, 2996.

426 Stefanovic, M.; Krstic, L.; Jokic, A; Rihter, B. y Mladenovic, S. (1979a) "Síntesis de 3,5-dihidroxi-3',4',6,7-tetrametoxiflavona". *Bull. Soc. Chim. Beograd* 44, 497.

427 Stefanovic, M.; Krstic, L.; Jokic, A; Rihter, B. y Mladenovic, S. (1979b) "Sintesis de 5-hidroxi-7,8,3',4'-tetrametoxiflavona". *Bulletin de l'Académie Serbe des Sciences et des Arts, Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles*, 18, 7.

428 Stefanovic, M.; Krstic, L.; Jokic, A; Rihter, B. y Mladenovic, S. (1979c) "Sintesis de 5-hidroxi-7,8,3',4'-tetrametoxiflavanona". *Bulletin de l'Académie Serbe des Sciences et des Arts, Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles*, 18, 13.

429 Stefanovic, M.; Dermanovic, M. y Verencevic, M. (1982) "Investigación química de la especie *Artemisia vulgaris* L.". *Glas. Hem. Drus. Beograd*. 47, 7.

430 Steinegger, E. y Brantchen, A. (1959) "Cumarinas de *Artemisia dracunculus*". *Sci. Pharm.* 27, 184 (Chem. Abs. 54, 9009g).

431 Steinegger, E. y Hahn, O. (1953) "Cumarinas de *Artemisia dracunculus*". *Sci. Pharm* 21, 254 (Chem. Abs. 49, 13601e).

432 Swain, T. (1963) *Chemical Plant Taxonomy*. Academic Press, Londres y Nueva York.

433 Swain, T.; Harborne, J.B. y Van Sumere, C.F. (Eds.) (1979) *Recent Advances in Phytochemistry, Vol. 12. The Biochemistry of Plant Phenolics*. Plenum Press, Londres y Nueva York.

434 Szabó, G.; Greger, H. y Hofer, O. (1985) "Cumarin-hemiterpén éteres de especies de *Artemisia*". *Phytochemistry* 24, 537.

435 Tamma, R.V.; Miller, G.C. y Everett, R. (1985) "Análisis por HPLC de cumarinas y flavonoides de la sección *Tridentatae* de *Artemisia*". *J. Chromatogr.* 332, 236.

436 Tarasov, V.A.; Kasymov, S.Z. y Sidyakin, G.P. (1969) "Herniarina de *Artemisia diffusa*". *Khim. Prir. Soedin.*, 436 (Chem. Abs. 72, 87157g).

437 Tarasov, V.A.; Kasymov, S.Z. y Sidyakin, G.P. (1971) "Estructura de arsubina". *Khim. Prir. Soedin.*, 745 (Chem. Abs. 76, 127172g).

438 Ternai, B. y Markham, K.R. (1976) "Estudios de  $^{13}\text{C}$  RMN de flavonoides. I. Flavonas y flavonoles". *Tetrahedron* 32, 565.

439 Teslov, L.S. y Zapesochayaya, G.G. (1980) "Componentes fenólicos de *Artemisia frigida*". *Khim. Prir. Soedin.*, 834 (Chem. Abs. 94, 136165f).

440 Thakur, R.S.; Jain, M.P. y Rao, P.R. (1975) "Escoparona: aislamiento de *Artemisia scoparia* Waldst. et Kit., y su síntesis". *Res. Ind.* 20, 129 (Chem. Abs. 85, 142951q).

441 Tian, Y.; Wei, Z. y Wu, Z. (1982) "Estudio de los componentes químicos de qin hao (*Artemisia annua*), una hierba tradicional de China". *Zhongcaoyao* 13, 9 (Chem. Abs. 98, 68797u).

442 Timmermann, B.N.; Mues, R.; Mabry, T.J. y Powell, A.M. (1979) "6-Metoxiflavonoides de *Brickellia laciniata*". *Phytochemistry* 18, 1855.

443 Tomova, M. (1964) "Aislamiento de escoparona de *Artemisia scoparia*". *Farmatsiya* 14, 18 (tomado de Murray et al, 1982).

- 444 Tori, K.; Komeno; T. Sangaré, M.; Septe, B.; Delpech, B.; Ahond, A. y Lukacs, G. (1974) " $^{13}\text{C}$  RMN de epóxidos de esteroides. Asignación configuracional por  $^{13}\text{C}$  RMN de un grupo epoxi sobre un anillo de seis miembros". *Tetrahedron Lett.*, 1157.
- 445 Torrance, S.J. y Steelink, C. (1974) "Monoterpenos nuevos de *Artemisia filifolia* (Torrey). Estructura, síntesis, trasposiciones y biosíntesis". *J. Org. Chem.* 39, 1068.
- 446 Tsankova, E. y Ognyanov, I. (1985) "Constituyentes químicos de *Achillea depressa*". *Planta Med.*, 180.
- 447 Tsuchiya, Y.; Shimizu, M.; Hiyama, Y.; Itoh, K.; Hashimoto, Y.; Nakayama, M.; Horie, T. y Morita, N. (1985) "Actividad antivirica in vitro de flavonoides naturales". *Chem. Pharm. Bull.* 33, 3881.
- 448 Tsukamoto, H.; Hisada, S. y Nishibe, S. (1985) "Cumarinas de la madera de *Fraxinus japonica* y *F. mandshurica* var. *japonica*". *Chem. Pharm. Bull.* 33, 4073.
- 449 Tu, Y.; Ni, M.; Zhong, Y.; Li, L.; Cui, S.; Zhang, M.; Wang, X. y Liang, X. (1981) "Estudio del componente químico de *Artemisia annua* L.". *Yaoxue Xuebao* 16, 366 (Chem. Abs. 97, 52497q).
- 450 Tu, Y.Y.; Wi, M.Y.; Zhong, Y.R.; Li, N.A.; Cui, S.L.; Zhang, M.Q.; Wang, X.Z.; Ji, Z. y Liang, X.T. (1982) "Estudios sobre los constituyentes de *Artemisia annua*. II". *Planta Med.*, 143.

451 Tu, Y.; Zhu, Q. y Shen, X. (1985a) "Constituyentes de *Artemisia annua* joven". *Zhongyao Tongbao* 10, 419 (Chem. Abs. 104, 31768b).

452 Tu, Y.; Yin, J.; Gi, L.; Huang, M. y Liang, Y. (1985) "Estudio sobre el componente quimico de la artemisia dulce, *Artemisia annua*. III". *Zhongkaoyao* 103, 200 (Chem. Abs. 103, 76120e).

453 Tunmann, P. e Isaac, O. (1957) "Constitución de artemisetina, un flavonol nuevo". *Arch. Pharm.* 290, 37.

454 Tutin, T.G.; Heywood, V.H.; Burges, N.A.; Moore, D.M.; Valentine, D.H.; Walters, S.M. y Webb, D.A. (Eds.) (1976) «Flora Europaea». Cambridge University Press, Cambridge.

455 Ubaev, K.; Kasymov, S.Z. y Mukhametzhanov, M.N. (1982) "Componentes de *Artemisia sieversiana*". *Khim. Prir. Soedin.*, 656 (Chem. Abs. 98, 50391x).

456 Ulubelen, A.; Timmermann, B.N. y Mabry, T.J. (1980) "Flavonoides de *Brickellia chlorolepis* y *B. dentata*". *Phytochemistry* 19, 905.

457 Ulubelen, A.; Öksüz, S.; Aynehchi, Y.; Sormaghi, M.H.S.; Sourì, A. y Mabry, T.J. (1984) "Capillarina y escoparona de *Artemisia lamprocaulos*". *J. Nat. Prod.* 47, 170.

458 Usynina, R.V.; Dudko, V.V.; Berezovskaya, T.P. y Yanchilenko, T.V. (1972) "Cumarina de *Artemisia obtusiloba* y *A. martjanovii*". *Khim. Prir. Soedin.*, 645 (Chem. Abs. 78, 108212v).

459 Usynina, R.V.; Olishvets, L.I.; Dudko, V.V. y Martin, E.B. (1976) "Lactonas de *Artemisia compacta*". *Khim. Prir. Soedin.*, 809 (Chem. Abs. 86, 103058e).

459b Vajs, V. y Jeremic, D. (1975). *Phytochemistry* 14, 1467.

460 Vajs, V.; Jeremic, D.; Stefanovic, M. y Milosavljevic, S. (1975) "Esteres p-cumáricos y alcoholes grasos de *Artemisia campestris*". *Phytochemistry* 14, 1659.

461 Vallès, J. (1986) "Estudis biosistemàtics en les espècies ibèrico-baleàriques de les seccions *Artemisia* i *Seriphidium* Bess. del gènere *Artemisia* L.". Tesis Doctoral, Universidad de Barcelona.

462 Van Sumere, C.F. y Lea, P.J. (Eds.) (1985) «Annual Proceedings of The Phytochemical Society of Europe. Vol. 25: The Biochemistry of Plant Phenolics». Clarendon Press, Oxford.

463 Velikanova, V.I. y Berezovskaya, T.P. (1972) "Escopoletina de *Artemisia gmelinii*". *Khim. Prir. Soedin.*, 643 (Chem. Abs. 78, 108211u).

464 Velikanova, V.I.; Berezovskaya, T.P. y Vagina, N.V. (1973) "Componentes polifenólicos de *Artemisia gmelinii*". *Ups. Izuch. Lek. Rast. Sib., Mater. Mezhevuz. Nauch. Konf.* 1973, 88 (Chem. Abs. 82, 40687d).

465 Villar, A.; Zafra-Polo, M.C.; Nicoletti, M. y Galeffi, C. (1983) "Eudesmanólidos de *Artemisia barrelieri*". *Phytochemistry* 22, 777.

466 Voirin, B. (1983) "Diferenciación espectral por UV de 5-hidroxi y 5-hidroxi-3-metoxiflavonas con anillos B mono-(4'), di-(3',4') y tri-(3',4',5') sustituidos". *Phytochemistry* 22, 2107.

467 Wagner, H.; Chari, V.M. y Sonnenbichler, J. (1976) "<sup>13</sup>C RMN de flavonoides naturales", *Tetrahedron Lett.*, 1799.

468 Wagner, H.; Maurer, I.; Farkas, L. y Strelisky, J. (1977) "Síntesis de polihidroxi-flavonol metil éteres con potencial acción citotóxica". *Tetrahedron* 33, 1411.

469 Wehrli, F.W. y Nishida, T. (1979) "El uso de <sup>13</sup>C RMN en la química de los productos naturales". *Progr. Chem. Org. Nat. Prod.* 36, 1.

470 Wenkert, E. y Gottlieb, H.E. (1977) "<sup>13</sup>C RMN de flavonoides e isoflavonoides".. *Phytochemistry* 16, 1811.

471 White, E.H. y Winter, R.E.K. (1963) "Productos naturales de *Achillea lanulosa*". *Tetrahedron Lett.*, 137.

472 Willkomm, M. y Lange, J. (1870) *Prodomus Florae Hispanicae*. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart. Vol. II, 68-69.

473 Wollenweber, E. y Dietz, V.H. (1981) "Aparición y distribución de aglicones de flavonoide libres en plantas". *Phytochemistry* 20, 869.

474 Wu, C. y Tu, Y. (1985a) "Constitución química de *Artemisia*. III. Aislamiento e identificación de los constituyentes lipofílicos de *Artemisia argyi*". *Zhonggyao Tongbao* 10, 31 (Chem. Abs. 102, 137642e).

475 Wu, C. y Tu, Y. (1985b) "Constitución química de *Artemisia*. II. Aislamiento e identificación de los constituyentes lipofílicos de *Artemisia apiacea*". *Zhongcaoyao* 16, 242 (Chem. Abs. 104, 39561z).

476 Wu, Z. y Wang, Y. (1984) "Estructura y síntesis de arteannuina y compuestos relacionados. XI. Identificación del ácido epoxiar-teannuínico". *Huaxue Xuebao* 42, 596 (Chem. Abs. 101, 207579v).

477 Wu, Y. y Zhang, J. (1986) "Reducción de qinhaosu con hidruro de Litio y Aluminio". *Youji Huaxue*, 153 (Chem. Abs. 105, 191426n).

478 Wu, Z.; Dai, L. y Guo, G. (1986) "Análisis cuantitativo de los componentes activos de Zinjiang Qin hao (*Artemisia annua*) por CG con columna capilar". *Zhongcaoyao* 105, 232507k).

479 Xiao, Y. y Tu, Y. (1984) "Aislamiento e identificación de la fracción lipofílica de *Artemisia anomala* S. Moore". *Yaoxue Xuebao* 19, 909.

480 Xiao, Y. y Tu, Y. "Constituyentes químicos de *Artemisia anomala* S. Moore". *Zhiwu Xuebao* 28, 307.

481 Xu, C.; Zeng, X.; Zhang, Q. y Zhou, Y. (1982) "Aislamiento e identificación de componentes químicos del aceite volátil de Beihua-Hao (*Artemisia lactiflora*)". *Zhongcaoyao* 13, 529 (Chem. Abs. 98, 157839b).

482 Yamahara, J.; Matsueda, H.; Sawada, T.; Mibu, H. y Fujimura, H. (1982) "Principios biológicamente activos de los fármacos crudos. Evaluación de *Artemisia capillaris*". *Yakugaku Zasshi* 102, 285 (Chem. Abs. 96, 210458p).

483 Yamaoka, M. (1980) "Sustancias anti-hemorrágicas de *Artemisia princeps*". *Jpn. Tokkyo Koho* 80 21,039 (Cl. C07G17/00) 06 Jun 1980, Appl. 70/7,423, 27 Jan 1970; 4 pp (Chem. Abs. 94, 7719r).

484 Yano, K. (1975) "Variación del contenido acetilénico en diferentes ecotipos de *Artemisia capillaris*". *Phytochemistry* 14, 1783.

485 Yoshioka, H.; Mabry, T.J. y Timmermann, B.N. (1973) «Sesquiterpene Lactones. Chemistry, NMR and Plant Distribution». University of Tokyo Press, Tokyo.

486 Yusupov, I.M. y Sidyakin, G.P. (1972) "Cumarinas de *Artemisia scotina*". *Khim. Prir. Soedin.*, 667 (Chem. Abs. 78, 108236f).

487 Yusupov, I.M. y Sidyakin, G.P. (1973) "Oxicumarina de *Artemisia scotina*". *Khim. Prir. Soedin.*, 430 (Chem. Abs. 79, 89524a).

488 Yusupov, M.I. y Sidyakin, G.P. (1975) "Fraxidina e isofraxidina de *Artemisia scotina*". *Khim. Prir. Soedin.*, 91 (Chem. Abs. 83, 128637u).

489 Yusupov, M.I.; Kasymov, S.Z.; Sidyakin, G.P. y Boiko, E.V. (1985) "Lactonas de *Artemisia argyi*". *Khim. Prir. Soedin.*, 406 (Chem. Abs. 103, 51216c).

490 Zakirov, S.K.; Kasymov, S.Z; Rakhmankulov, V. y Sidyakin, G.P. (1976a) "Lactonas de *Artemisia ashurbajevii*". *Khim. Prir. Soedin.*, 656 (Chem. Abs. 85, 106655n).

491 Zakirov, S.K.; Kasymov, S.Z; y Sidyakin, G.P. (1976b) "Estructura de asrubina y arabina". *Khim. Prir. Soedin.*, 548 (Chem. Abs. 86, 16805c).

492 Zakirov, S.K.; Kasymov, S.Z. y Sidyakin, G.P. (1981) "Rupicolina A y B de *Artemisia ashurbajevii*". *Khim. Prir. Soedin.*, 247 (Chem. Abs. 95, 21331k).

493 Zakirov, S.K.; Kasymov, S.Z; Abdusamatov, A. y Sidyakin, G.P. (1985) "Canina y crisartemina B de *Artemisia ashurbajevii*". *Khim. Prir. Soedin.*, 573 (Chem. Abs. 104, 85451m).

494 Zalkow, L.H.; Gordon, M.M.; Dickinson, C. y Gelbaum, L.T. (1980) "Investigación química de dos artemisias del Desierto del Sinai". *Planta Med.*, 265.

495 Zeisberg, R. y Bohlmann, F. (1974) "<sup>13</sup>C RMN de poliinos". *Chem. Ber.* 107, 3800.

496 Zhao, S.S. y Zheng, M.Y. (1985) "Análisis de qinhaosu por HPLC y espectrometría". *Planta Med.*, 233.

497 Zheng, M.; Zhao, S. y Fu, G. (1986) "Determinación de artemisinina". *Yaowu Feuxi Zazhi* 6, 183 (Chem. Abs. 105, 102669d).

498 Zhu, D.; Deng, D.; Zhang, S. y Xu, R. (1984) "Estructura de artemisilactona". *Huaxue Xuebao* 42, 937 (Chem. Abs. 102, 21192d).

## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, debo expresar mi agradecimiento a mis Directores por hacer posible la realización de este trabajo.

Igualmente quiero agradecer a los Departamentos de Bioquímica y Botánica de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad de Valencia, y al Departamento de Química de la Escuela Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Valencia, su colaboración.

A Joan Vallès Xirau, Profesor Titular del Departamento de Botánica de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Barcelona, por su ayuda en lo que respecta a la taxonomía del género estudiado.

Al Dr. Johannes Lex, del Instituto de Química Orgánica de la Universidad de Colonia (R.F.A.), por el estudio de difracción de Rayos X de la 1,10 $\beta$ -epoxiachillina.

Al Profesor Dieter Strack y a la Dra. Barbara Meurer, del Instituto Botánico de la Universidad de Colonia (R.F.A.), por la separación cromatográfica por HPLC de las lactonas sesquiterpénicas achillina y su 1,10-epóxido.

Al Departamento de Química Orgánica de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de Valencia, lugar donde he podido desarrollar este trabajo.

Por último, debo agradecer a la Conselleria de Cultura, Educació i Ciència de la Generalitat Valenciana, la concesión de una beca para la realización de esta Tesis.

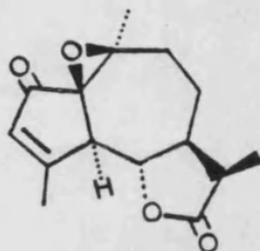


**Apéndice 1**

Datos de difracción de Rayos-X de la  
1,108-epoxiachillina



Molecular structure of



1,10-epoxyachillin



Crystal data: a = 5.638(1) Å

b = 13.670(2) Å

c = 16.696(4) Å

V = 1286.89 Å<sup>3</sup>

orthorhombic

Space group  $P2_12_12_1$

Z = 4

D(calcd) = 1.344 gcm<sup>-3</sup>

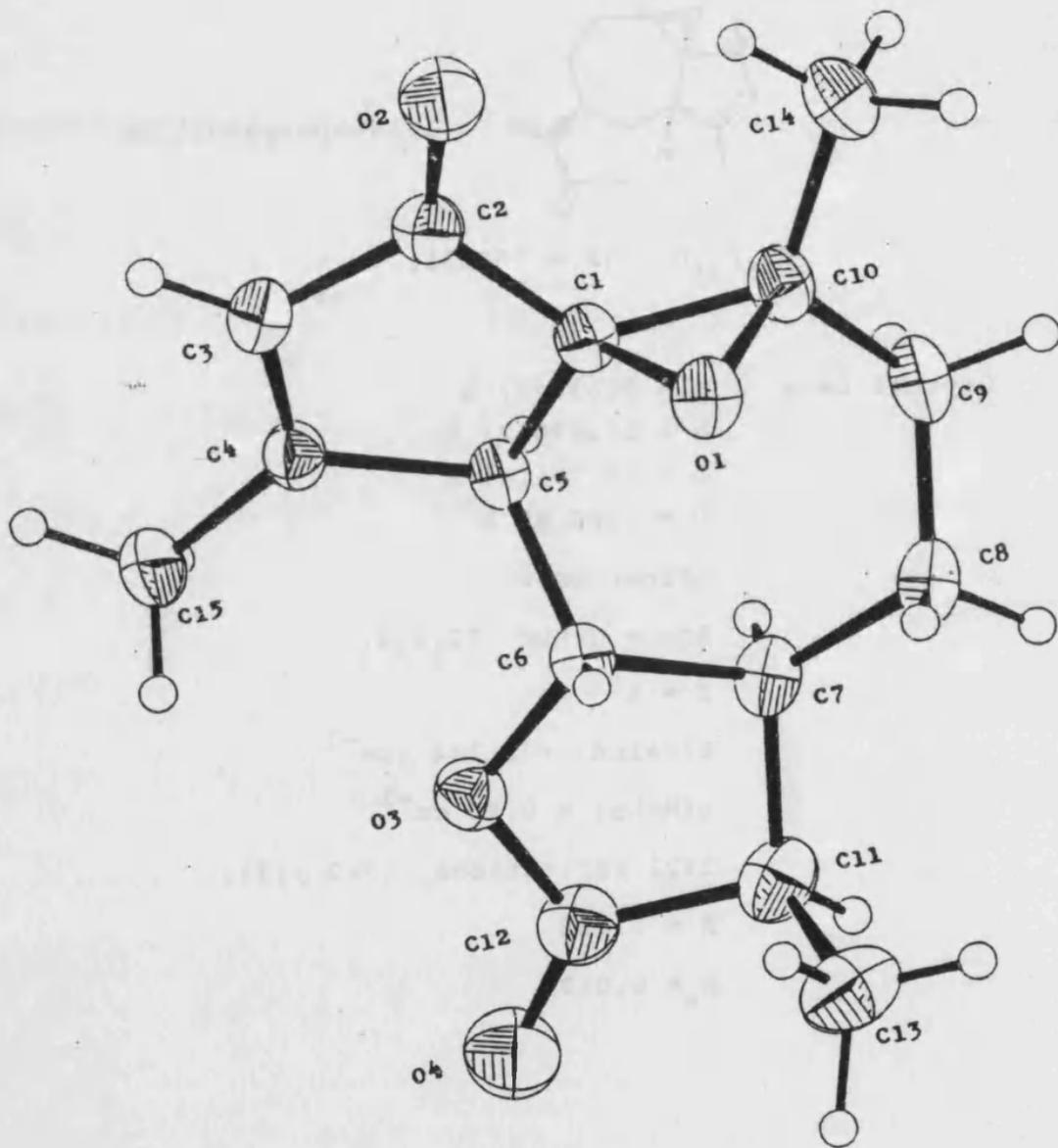
$\mu$ (MoK $\alpha$ ) = 0.90 cm<sup>-1</sup>

1621 reflections ( $I > 2 \sigma(I)$ )

R = 0.036

$R_w$  = 0.043

J. Lex, 1987



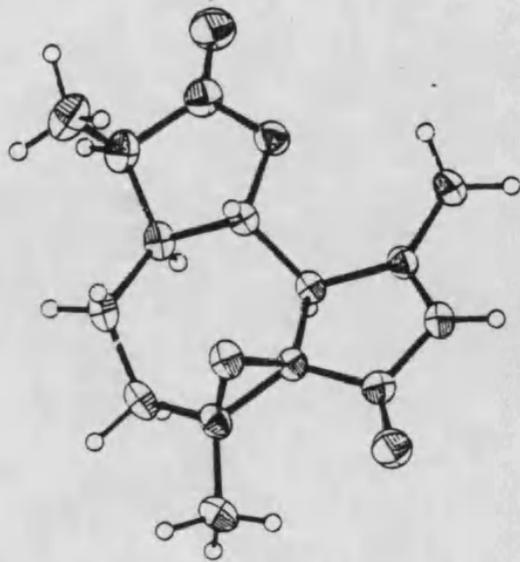
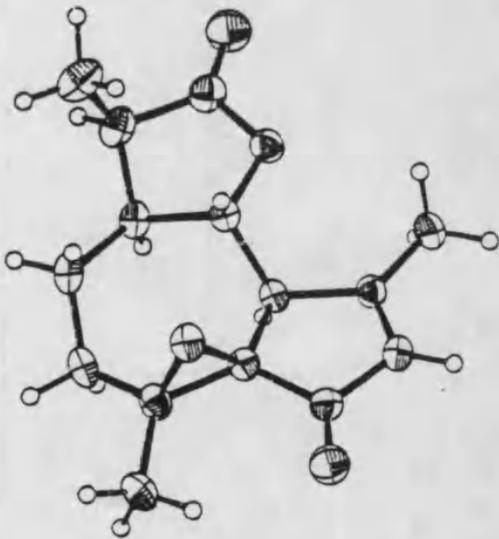
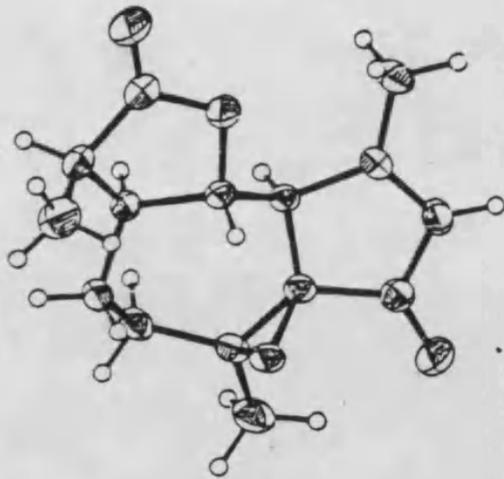
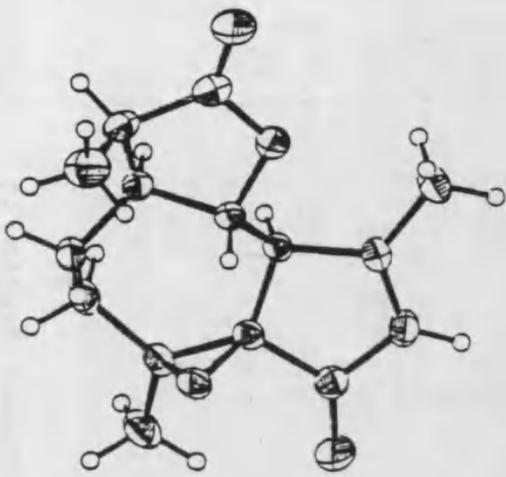


Table of Bond Distances in Angstroms

Atom1 -----	Atom2 -----	Distance -----	Atom1 -----	Atom2 -----	Distance -----	Atom1 -----	Atom2 -----	Distance -----
C1	C2	1.523(2)	C6	H6	0.97(2)	C11	H11	0.96(2)
C1	C5	1.526(2)	C7	C8	1.521(3)	C12	O3	1.360(2)
C1	C10	1.478(3)	C7	C11	1.532(3)	C12	O4	1.193(3)
C1	O1	1.446(2)	C7	H7	1.00(2)	C13	H13A	0.96(2)
C2	C3	1.450(3)	C8	C9	1.526(3)	C13	H13B	1.03(2)
C2	O2	1.215(2)	C8	H8A	1.02(2)	C13	H13C	0.95(3)
C3	C4	1.334(3)	C8	H8B	0.93(2)	C14	H14A	0.98(3)
C3	H3	0.91(2)	C9	C10	1.525(3)	C14	H14B	1.04(3)
C4	C5	1.518(2)	C9	H9A	1.03(2)	C14	H14C	0.98(3)
C4	C15	1.481(3)	C9	H9B	0.98(2)	C15	H15A	0.98(2)
C5	C6	1.523(2)	C10	C14	1.499(3)	C15	H15B	0.98(2)
C5	H5	0.90(2)	C10	O1	1.451(2)	C15	H15C	0.96(3)
C6	C7	1.526(2)	C11	C12	1.511(3)			
C6	O3	1.451(2)	C11	C13	1.531(3)			

-----  
 Numbers in parentheses are estimated standard deviations in the least significant digits.

Table of Torsional Angles in Degrees

Atom 1	Atom 2	Atom 3	Atom 4	Angle	Atom 1	Atom 2	Atom 3	Atom 4	Angle
C5	C1	C2	C3	8.0	H6	C6	C3	C12	-93.7
C5	C1	C2	C3	-176.2	C6	C7	C8	C9	-71.9
C10	C1	C2	C3	170.1	C6	C7	C8	H8A	49.5
C10	C1	C2	C3	-14.2	C6	C7	C8	H8B	165.1
C10	C1	C2	C3	-123.4	C11	C7	C8	C9	168.0
C2	C1	C2	C4	52.4	C11	C7	C8	H8A	-70.7
C2	C1	C2	C4	-9.6	C11	C7	C8	H8B	45.0
C2	C1	C2	C5	-136.7	H7	C7	C8	C9	45.2
C2	C1	C2	C5	104.6	H7	C7	C8	H8A	166.6
C10	C1	C5	C4	-171.5	C6	C7	C8	H8B	-77.8
C10	C1	C5	C4	61.3	C6	C7	C8	C12	34.9
C10	C1	C5	C6	-57.4	C6	C7	C8	C13	-84.3
C10	C1	C5	C6	116.5	C8	C7	C11	H11	152.9
C10	C1	C5	C6	-10.7	C8	C7	C11	C12	161.9
C10	C1	C5	C6	-129.4	C8	C7	C11	C13	42.7
C10	C1	C5	C9	-164.2	C8	C7	C11	H11	-80.1
C2	C1	C10	C14	-8.8	H7	C7	C11	C12	-75.9
C2	C1	C10	C14	94.8	H7	C7	C11	C13	164.9
C5	C1	C10	C9	-5.6	H7	C7	C11	H11	42.1
C5	C1	C10	C14	149.8	C7	C8	C11	C10	76.6
C5	C1	C10	C10	-106.6	C7	C8	C9	H9A	-46.1
C1	C1	C10	C9	-103.6	H8A	C8	C9	H9B	-163.4
C1	C1	C10	C10	-119.8	H8A	C8	C9	C10	-41.1
C1	C1	C10	C10	116.3	H8A	C8	C9	H9A	-163.9
C1	C1	C10	C10	-2.9	H8B	C8	C9	C10	78.9
C1	C2	C3	C3	178.3	H8B	C8	C9	H9A	-162.1
C2	C2	C3	C3	-178.6	H8B	C8	C9	H9B	75.2
C2	C2	C3	C4	2.7	H8B	C8	C9	C10	-42.1
C2	C2	C3	H3	-3.6	C8	C9	C10	C14	54.2
C2	C2	C3	C4	-177.8	C8	C9	C10	C14	148.7
C2	C2	C3	C5	177.1	C8	C9	C10	C14	12.7
H3	C3	C4	C4	0.9	H9A	C9	C10	C14	70.7
C3	C4	C5	C1	8.4	H9A	C9	C10	C14	-86.4
C3	C4	C5	C6	131.8	H9A	C9	C10	C14	137.6
C3	C4	C5	H5	-103.8	H9B	C9	C10	C14	-174.7
C3	C4	C5	C1	-177.2	H9B	C9	C10	C14	28.1
C15	C4	C5	C6	-53.9	H9B	C9	C10	C14	-107.9
C15	C4	C5	C6	70.6	H9B	C9	C10	C14	01
C15	C4	C5	H5	-53.9	H9B	C9	C10	H14A	142.3
C3	C4	C15	H15A	1.7	C1	C10	C14	H14B	-108.3
C3	C4	C15	H15B	-118.2	C1	C10	C14	H14C	15.2
C3	C4	C15	H15C	121.4	C9	C10	C14	H14A	-60.9
C5	C4	C15	H15A	-171.9	C9	C10	C14	H14B	48.5
C5	C4	C15	H15B	68.1	C9	C10	C14	H14C	171.9
C5	C4	C15	H15C	-52.3	C9	C10	C14	H14E	73.9
C1	C5	C6	H15C	-78.6	C1	C10	C14	H14E	-178.7
C1	C5	C6	H6	166.1	C9	C10	C14	H14C	-53.2
C1	C5	C6	H6	45.6	C9	C10	C14	C1	112.2
C4	C5	C6	H6	162.7	C7	C11	C12	C1	-22.0
C4	C5	C6	H6	47.4	C7	C11	C12	C1	158.5
C4	C5	C6	H6	-73.2	C13	C11	C12	C3	100.6
C4	C5	C6	H6	38.4	C13	C11	C12	C3	-78.9
H5	C5	C6	H6	-76.9	H11	C11	C12	C3	-142.1
H5	C5	C6	H6	162.5	H11	C11	C12	C3	38.5
H5	C5	C6	H6	74.3	C7	C11	C12	H13A	52.6
C5	C6	C7	C7	-156.3	C7	C11	C13	H13B	171.1
C5	C6	C7	C7	-43.6	C7	C11	C13	H13C	-69.0
C5	C6	C7	C8	-166.1	C12	C11	C13	H13A	-61.2
C3	C6	C7	C8	-36.8	C12	C11	C13	H13B	57.3
C3	C6	C7	C8	76.0	C12	C11	C13	H13C	177.2
H6	C6	C7	C7	-49.1	H11	C11	C13	H13A	179.0
H6	C6	C7	C7	80.2	H11	C11	C13	H13B	-62.5
H6	C6	C7	C7	-167.0	H11	C11	C13	H13C	57.5
C5	C6	C7	C7	145.6	C11	C12	C13	C6	-1.4
C7	C6	C7	C7	24.5	C11	C12	C13	C6	178.1

Table of Positional Parameters and Their Estimated Standard Deviations

Atom	x	y	z	B(A <sup>2</sup> )
C1	0.9955(3)	0.4456(1)	0.3490(1)	2.45(3)
C2	1.0777(4)	0.3870(1)	0.4215(1)	2.90(3)
C3	0.9281(4)	0.3009(1)	0.4251(1)	3.17(4)
C4	0.7628(3)	0.3020(1)	0.3679(1)	2.65(3)
C5	0.7697(3)	0.3959(1)	0.31933(9)	2.27(3)
C6	0.7662(3)	0.3868(1)	0.2284(1)	2.46(3)
C7	0.6991(3)	0.4823(1)	0.1868(1)	2.74(3)
C8	0.8916(3)	0.5602(1)	0.1864(1)	3.15(4)
C9	0.9322(4)	0.6064(1)	0.2684(1)	3.32(4)
C10	1.0718(3)	0.5461(1)	0.3291(1)	2.87(3)
C11	0.6047(4)	0.4444(2)	0.1065(1)	3.47(4)
C12	0.4881(4)	0.3499(2)	0.1323(1)	3.54(4)
C13	0.7934(5)	0.4247(2)	0.0425(1)	4.80(5)
C14	1.2159(4)	0.6063(2)	0.3862(1)	4.12(4)
C15	0.5774(4)	0.2264(1)	0.3571(1)	3.50(4)
O1	1.1901(2)	0.46200(9)	0.29425(8)	2.92(2)
O2	1.2456(3)	0.4060(1)	0.46438(9)	4.46(3)
O3	0.5822(2)	0.31948(9)	0.20300(8)	3.11(2)
O4	0.3374(3)	0.3031(1)	0.1000(1)	5.19(4)

Table of Positional Parameters and Their Estimated Standard Deviations (cont.)

Atom	x	y	z	B(A <sup>2</sup> )
H3	0.944(4)	0.253(1)	0.4626(9)	2.7(4)*
H5	0.649(3)	0.435(1)	0.3349(9)	2.4(4)*
H6	0.919(3)	0.363(1)	0.210(1)	2.6(4)*
H7	0.563(3)	0.509(1)	0.218(1)	2.7(4)*
H8A	1.040(4)	0.525(2)	0.167(1)	4.5(5)*
H8B	0.849(4)	0.607(1)	0.149(1)	2.9(4)*
H9A	0.774(4)	0.624(2)	0.295(1)	4.5(5)*
H9B	1.020(4)	0.667(2)	0.260(1)	4.3(5)*
H11	0.490(4)	0.487(2)	0.082(1)	3.7(5)*
H13A	0.916(4)	0.383(2)	0.063(1)	5.1(6)*
H13B	0.731(5)	0.390(2)	-0.008(1)	5.6(6)*
H13C	0.854(6)	0.486(2)	0.027(1)	9.2(7)*
H14A	1.333(5)	0.645(2)	0.356(1)	6.6(6)*
H14B	1.107(5)	0.661(2)	0.409(1)	6.8(7)*
H14C	1.281(5)	0.562(2)	0.427(1)	7.8(7)*
H15A	0.587(4)	0.175(2)	0.398(1)	5.1(5)*
H15B	0.589(4)	0.193(2)	0.305(1)	5.1(5)*
H15C	0.428(5)	0.260(2)	0.361(1)	6.4(6)*

Starred atoms were refined isotropically.

Anisotropically refined atoms are given in the form of the isotropic equivalent thermal parameter defined as:

$$(4/3) * [a^2*B(1,1) + b^2*B(2,2) + c^2*B(3,3) + ab(\cos \gamma)*B(1,2) + ac(\cos \beta)*B(1,3) + bc(\cos \alpha)*B(2,3)]$$

Table of General Temperature Factor Expressions - U's

Name	U(1,1)	U(2,2)	U(3,3)	U(1,2)	U(1,3)	U(2,3)
C1	0.0270(7)	0.0313(8)	0.0346(8)	0.0002(7)	0.0043(8)	0.0003(7)
C2	0.0368(9)	0.0368(8)	0.0366(8)	0.0001(9)	-0.0005(9)	-0.0005(8)
C3	0.048(1)	0.0355(8)	0.0372(8)	-0.003(1)	-0.0013(9)	0.0077(7)
C4	0.0366(9)	0.0295(7)	0.0344(8)	-0.0019(8)	0.0062(9)	0.0009(7)
C5	0.0241(7)	0.0263(7)	0.0358(8)	0.0010(7)	0.0033(7)	0.0015(7)
C6	0.0248(7)	0.0309(7)	0.0378(8)	0.0018(7)	0.0002(8)	0.0023(7)
C7	0.0252(8)	0.0362(8)	0.0425(9)	0.0054(7)	0.0021(8)	0.0082(7)
C8	0.0350(9)	0.0359(8)	0.049(1)	0.0006(8)	0.0039(9)	0.0143(8)
C9	0.040(1)	0.0276(7)	0.058(1)	-0.0025(9)	0.006(1)	0.0065(8)
C10	0.0316(8)	0.0334(8)	0.0440(9)	-0.0045(8)	0.0075(8)	0.0014(8)
C11	0.0341(9)	0.053(1)	0.045(1)	0.006(1)	-0.0055(9)	0.0112(9)
C12	0.038(1)	0.050(1)	0.047(1)	0.0028(9)	-0.007(1)	0.0031(9)
C13	0.053(1)	0.086(2)	0.043(1)	-0.002(1)	0.001(1)	0.004(1)
C14	0.055(1)	0.0428(9)	0.059(1)	-0.019(1)	-0.003(1)	-0.001(1)
C15	0.049(1)	0.0375(9)	0.047(1)	-0.0132(9)	0.004(1)	0.0030(8)
O1	0.0254(5)	0.0398(6)	0.0457(6)	0.0012(6)	0.0080(6)	0.0038(6)
O2	0.0553(9)	0.0564(8)	0.0576(7)	-0.0098(8)	-0.0222(8)	0.0073(7)
O3	0.0394(7)	0.0362(6)	0.0423(6)	-0.0034(6)	-0.0068(6)	0.0014(6)
O4	0.0577(9)	0.071(1)	0.0684(9)	-0.0144(9)	-0.0255(8)	0.0054(9)

The form of the anisotropic thermal parameter is:  
 $\exp[-2\pi^2\{h^2a^2U(1,1) + k^2b^2U(2,2) + l^2c^2U(3,3) + 2hkabU(1,2) + 2hlacU(1,3) + 2klbcU(2,3)\}]$  where a, b, and c are reciprocal lattice constants.

Table of Bond Angles in Degrees

Atom1 .....	Atom2 .....	Atom3 .....	Angle .....	Atom1 .....	Atom2 .....	Atom3 .....	Angle .....	Atom1 .....	Atom2 .....	Atom3 .....	Angle .....
C2	C1	C5	106.1(1)	C6	C7	C8	115.1(2)	C12	C11	C13	110.5(2)
C2	C1	C10	125.4(2)	C6	C7	C11	101.3(1)	C12	C11	H11	110.(1)
C2	C1	O1	110.7(1)	C6	C7	H7	106.(1)	C13	C11	H11	106.(1)
C5	C1	C10	125.7(2)	C8	C7	C11	118.7(2)	C11	C12	O3	109.8(2)
C5	C1	O1	119.8(1)	C8	C7	H7	107.(1)	C11	C12	O4	129.8(2)
C10	C1	O1	59.5(1)	C11	C7	H7	108.(1)	O3	C12	O4	120.4(2)
C1	C2	C3	106.4(2)	C7	C8	C9	113.1(2)	C11	C13	H13A	111.(1)
C1	C2	O2	126.3(2)	C7	C8	H8A	105.(1)	C11	C13	H13B	114.(2)
C3	C2	O2	127.1(2)	C7	C8	H8B	108.(1)	C11	C13	H13C	107.(2)
C2	C3	C4	111.6(2)	C9	C8	H8A	111.(1)	H13A	C13	H13B	105.(2)
C2	C3	H3	124.(1)	C9	C8	H8B	111.(1)	H13A	C13	H13C	111.(3)
C4	C3	H3	125.(1)	H8A	C8	H8B	109.(2)	H13B	C13	H13C	109.(2)
C3	C4	C5	112.0(2)	C8	C9	C10	116.8(2)	C10	C14	H14A	110.(1)
C3	C4	C15	124.9(2)	C8	C9	H9A	111.(1)	C10	C14	H14B	108.(2)
C5	C4	C15	122.9(2)	C8	C9	H9B	108.(1)	C10	C14	H14C	108.(2)
C1	C5	C4	103.0(1)	C10	C9	H9A	107.(1)	H14A	C14	H14B	101.(2)
C1	C5	C6	111.8(1)	C10	C9	H9B	107.(1)	H14A	C14	H14C	116.(2)
C1	C5	H5	106.(1)	H9A	C9	H9B	107.(2)	H14B	C14	H14C	114.(2)
C4	C5	C6	117.6(1)	C1	C10	C9	120.1(2)	C4	C15	H15A	112.(1)
C4	C5	H5	109.(1)	C1	C10	C14	121.7(2)	C4	C15	H15B	113.(1)
C6	C5	H5	109.(1)	C1	C10	O1	59.2(1)	C4	C15	H15C	106.(2)
C5	C6	C7	112.8(1)	C9	C10	C14	113.9(2)	H15A	C15	H15B	106.(2)
C5	C6	O3	110.6(1)	C9	C10	O1	113.5(2)	H15A	C15	H15C	110.(2)
C5	C6	H6	110.(1)	C14	C10	O1	116.1(2)	H15B	C15	H15C	110.(2)
C7	C6	O3	103.4(1)	C7	C11	C12	101.0(2)	C1	O1	C10	61.3(1)
C7	C6	H6	111.(1)	C7	C11	C13	115.4(2)	C6	O3	C12	109.8(1)
O3	C6	H6	109.(1)	C7	C11	H11	113.(1)				

Numbers in parentheses are estimated standard deviations in the least significant digits.



## Apéndice 2



PLANTAS DEL GENERO ARTEMISIA INCLUIDAS EN  
ESTA TESIS (\*)

Subgénero *Artemisia*

Sección *Vulgares* (o sección *Artemisia*):

- A. anomala* S. Moore (China)
- A. argyi* Lev. et Van. (Eurasia)
- A. carruthii* Wood ex Carruth. (Norteamérica)
- A. douglasiana* Bess. in Hook. (= *A. ludoviciana* Nutt.) (Norteamérica)
- A. feddei* Lev. et Van. (Japón)
- A. koidzumii* Nakai (Japón)
- A. incisa* Pamp. (Japón)
- A. ludoviciana* Nutt. (Norteamérica)
- A. ludoviciana* Nutt. ssp. *albula* (Woot.) Keck (Norteamérica)
- A. ludoviciana* Nutt. var. *ludoviciana* (Norteamérica)
- A. ludoviciana* Nutt. ssp. *mexicana* (Willd.) Keck. (Norteamérica)
- A. ludoviciana* Nutt. ssp. *mexicana* (Willd.) Keck. var. *angustifolia* (Norteamérica)
- A. mexicana* Willd. (= *A. ludoviciana* ssp. *mexicana*) (Norteamérica)
- A. mexicana* Willd. var. *angustifolia* (= *A. ludoviciana* ssp. *mexicana* var. *angustifolia*) (Norteamérica)
- A. montana* (Nakai) Pamp. (Japón)
- A. neomexicana* Greene ex Rydb. (= *A. ludoviciana* ssp. *mexicana*) (Norteamérica)
- A. neomexicana* Woot. (= *A. ludoviciana* ssp. *mexicana*) (Norteamérica)
- A. rubripes* Nakai (Japón)
- A. silvatica* Maxim. (Japón)
- A. stolonifera* (Maxim.) Kom. (Japón)
- A. tilesii* Ledeb. (= *A. vulgaris* L.) (Norteamérica)
- A. verlotiorum* Lamotte (Eurasia)

- A. vulgaris* L. (Eurasia)
- A. wrightii* Gray (= *A. carruthii* Wood.) (Norteamérica)

Sección *Abrotanum*:

- A. annua*\* L. (Eurasia)
- A. apiacea* Hance (Japón)
- A. arctica* Lees. ssp. *saxicola* (Rydb.) Hultén (Norteamérica)
- A. biennis*<sup>h</sup> Willd. (Asia y Norteamérica)
- A. californica* Less. (Norteamérica)
- A. caruifolia* Roxb. (Asia)
- A. carvifolia* Wall. (Nepal)
- A. elegantissima* Pamp.
- A. franserioides* Greene (Norteamérica)
- A. incana* Keller (Eurasia)
- A. incana* (L.) Druce (Eurasia)
- A. judaica* L. (Mediterráneo)
- A. keiskeana*<sup>s</sup> Miquel. (Japón)
- A. klotzchiana* Begs. (Norteamérica)
- A. lactiflora* Wall. ex DC. (China)
- A. lindleyana* Bess. in Hook (Norteamérica)
- A. mesatlantica* Maire (Marruecos)
- A. messerschmidiana* Bess. (Norteamérica)
- A. meyeriana* Bess. var. *divaricata* Grossh.
- A. norvegica* Fries (Europa) (relacionada morfológicamente con el grupo *Heterophyllae*)
- A. palustris* L. (Mongolia)
- A. pectinata* Pall. (= *Neopallasia pectinata* (Pall.) Poljak.) (Mongolia)
- A. princeps* Pamp. (Japón)
- A. rutifolia* Steph. et Spreng. (Mongolia)
- A. stelleriana* Bess. (Mongolia)
- A. tournefortiana*<sup>h</sup> Reichb. (Asia)

- \* Relacionada con la serie *Vestitae*.
- ^ Relacionadas con *A. annua* según Poljakov.
- § Quizá del subgénero *Dracunculus*.

Series *Latifoliae* y *Laciniatae* (grupo *Heterophyllae*) (flores centrales hermafroditas; quizá relacionadas con *Dracunculus*):

- A. armeniaca* Lam. (Asia)
- A. atrata* Lam.
- A. laciniata* Willd. (Mongolia)
- A. latifolia* Ledeb. (Asia)
- A. oelandica* (Bess.) Krasch.
- A. pancicii* Ronn.
- A. punctata* Bess.
- A. tanacetifolia* L. (Europa)

Serie *Ponticae*:

- A. abrotanum* L. (= *A. paniculata* Lam.) (Eurasia)
- A. adamsii* Bess. (Mongolia)
- A. alba* Turra (Mediterráneo)
- A. camphorata* Vill. (= *A. alba* Turra)  
(Mediterráneo)
- A. chamaemelifolia* Vill. (Europa)
- A. incanescens* Jordan (= *A. alba* Turra)  
(Mediterráneo)
- A. molinieu* Guezel (= *A. molinieri* Quézel)  
(Europa)
- A. pontica* L. (Europa)

Serie *Vestitae*:

- A. afra* Jacq. (Africa)
- A. gmelinii* Web. ex Stechm. (Asia)
- A. iwayomogi* Kitam (= *A. gmelini* Web. ex Stechm.) (Japón)
- A. persica*\* Boiss (Asia)

- A. *sacrorum* Ledeb. (= A. *gmelini* Web. ex Stechm.) (Asia)
- A. *santolinifolia* Turcz. Ex Bess. (Mongolia)
- A. *vestita* Wall. ex DC. (Asia)

\* Tratada como *Absinthium* por Poljakov, pero incluida por Ehrendorfer en *Vestitae* por la morfología foliar.

Sección *Absinthium*:

- A. *anethifolia* Web. (Eurasia)
- A. *ashurbajevii* Winkl. (Eurasia)
- A. *assoana*\* Willk. (= A. *pedemontana* Balbis) (Europa)
- A. *caucasica* Willd. (= A. *pedemontana* Balbis) (Europa)
- A. *eriantha*<sup>^</sup> Ten. (Europa)
- A. *genipi*\*<sup>^</sup> Weber (Europa)
- A. *glabella* Kar. et Kir. (Asia)
- A. *lagocephala* Fisch. ex Bess. (Asia)
- A. *lanata*\* Willd. (= A. *pedemontana* Balbis) (Europa)
- A. *martjanovii* Krasch. (Asia)
- A. *mutellina*<sup>^</sup> Vill. (Europa)
- A. *obtusiloba* Ledeb. (Asia)
- A. *pattersonii* A. Gray (Norteamérica)
- A. *pedemontana* Balbis (Europa)
- A. *rupestris* L. (Eurasia)
- A. *schmidtiana* Maxim. (Japón)
- A. *scopulorum* A. Gray (Norteamérica)
- A. *sericea* Web. (Asia)
- A. *spicata*<sup>^</sup> Wulf. ex Jacq. (Europa)
- A. *umbelliformis*\*<sup>^</sup> Lam (= A. *mutellina* Vill.= A. *laxa* Fritsch.) (Europa)
- A. *xerophitica* Krasch. (quizá *Abrotanum*) (Asia)

\* Pertencientes al grupo "genepi"

<sup>^</sup> Pertencientes al grupo de A. *mutellina*

Serie *Frigidae* (grupo de *A. absinthium*):

- A. absinthium* L. (Eurasia)
- A. arborescens* L. (Mediterráneo)
- A. argentea* L'Herit (Mediterráneo)
- A. austriaca* Jacq. (Eurasia)
- A. canariensis* Lees. (Macaronesia)
- A. frigida* Willd. (Asia y Norteamérica)
- A. jacutica* Drobov.
- A. gorgonum* Webb. (Macaronesia)
- A. macrocephala* Jacqem. ex Bess. (Asia)
- A. siversiana* Ehrh. ex Willd. (Mongolia)

Subgénero *Seriphidium*

- A. amoena* Poljak. (Eurasia)
- A. balchanorum* H. Krasch. (Asia)
- A. barrelieri* Bess. (Europa)
- A. brevifolia* Wall. (Asia)
- A. caerulescens* L. (Mediterráneo)
- A. caerulescens* L. ssp. *cretacea* Fiori. (Mediterráneo)
- A. caerulescens* L. ssp. *gallica* (Willd.) K. Pers. (= *A. gallica* Willd) (Mediterráneo)
- A. cina* Berg. ex Poljak. (Eurasia)
- A. cina* (Berg.) Willk. (Eurasia)
- A. cina* Berg. var. *mogoltavica* Poljak. (Eurasia)
- A. diffusa* Krasch. (Asia)
- A. echegaray* Hieron. (Sudamérica) (quizá *Tridentatae*)
- A. finita* Kitagawa (Asia)
- A. fragrans* Willd. (= *A. hanseniana* (Bess.) Grossh.= *A. chasarica* Rz.) (Asia)
- A. fragrans* Willd. var. *erivanica* Bess. (Asia)
- A. gracilescens* Krasch. et Iljin. (Eurasia)
- A. granatensis* Boiss. (Eurasia)
- A. halophila* Krasch. (Asia)

- A. *hanseniana* Grossh. (= *A. fragrans* Willd.=  
    *A. szowitziana* (Bess.) Grossh.)  
    (Asia)
- A. *hanseniana* Grossh. var. *phylostachus*  
    (Asia)
- A. *herba alba* Asso. (Mediterráneo)
- A. *herba alba* Asso. ssp. *valentina* (Mediterráneo)
- A. *hybrida* Sag. (= *A. maritima* L. ssp. *salina*  
    Gams. var. *hybrida* Sag.) (Europa)
- A. *inculta* Del. (Asia)
- A. *juncea* Kar. et Kir. (Asia)
- A. *juncea* Kar. et Kir. var. *macrosciadia*  
    Poljak. (Asia)
- A. *kemrudica* Krasch. (Asia)
- A. *kurramensis* Qazilbash (Asia)
- A. *lercheana* Web. et Stechm. (= *fragrans*  
    Willd.) (Eurasia)
- A. *lercheana* Web. et Stechm. var. *dahurica*  
    (Eurasia)
- A. *lessingiana* Bess. (Asia)
- A. *leucodes* Schrenk. (Asia)
- A. *maritima* L. (Europa)
- A. *maritima* L. var. *boschniakiana* Bess.  
    (Europa)
- A. *maritima* L. ssp. *gallica* Willd. (= *A.*  
    *gallica* Willd.) (Europa)
- A. *maritima* L. var. *monogyna* (Europa)
- A. *maritima* L. var. *salina* Koch. (Europa)
- A. *mendozana* DC. (Sudamérica) (quizá *Tridentatae*)
- A. *mogoltavica* Poljak. (Asia)
- A. *monogyna* Waldst. et Kit. (= *A. fragrans*  
    Willd. = *A. santonicum* L.)  
    (Eurasia)
- A. *pauciflora* Weber (Asia)
- A. *porrecta* Krasch. ex Poljak. (Asia)
- A. *ramosa* . Chr. Sm. ex Link. (Macaronesia)
- A. *salina* Willd. (= *A. maritima* L.) (Europa)
- A. *santolina* Schrenk. (Asia)
- A. *santonica* L. (= *A. monogyna* Waldst. et  
    Kit.) (Asia)

- A. *schishkinii* Krasch. (= *A. nitrosa* Web. ex Stechm.) (Mongolia)
- A. *schrenkiana* Ledeb. Fl. Ross. (Eurasia)
- A. *scotina* Nevski. (Asia)
- A. *serotina* Bunge. (Asia)
- A. *specigera* C. Koch. (Asia)
- A. *sublessingiana* (B.A. Keller) Krasch. ex Poljak. (Asia)
- A. *sublessingiana* var. *gorjaevii* Poljak. (Asia)
- A. *szowitziana* (Bess.) Grossh. (Asia)
- A. *taurica* Willd. (= *A. fragrans* Willd.) (Eurasia)
- A. *tenuisecta* Nevski. (Eurasia)
- A. *tenuisecta* Nevski. var. *glaucina* Poljak. (Eurasia)
- A. *terrae-albae* Krasch. ssp. *massagetovii* Krasch. (Eurasia)
- A. *terrae-albae* Krasch. var. *kurdaica* Poljak. (Eurasia)
- A. *transiliensis* Poljak. (Eurasia)
- A. *transiliensis* var. *boamensis* Poljak. (Eurasia)
- A. *turanica* Krasch. var. *diffusa* Krasch. ex Poljak. (Asia)

Subgénero *Dracunculus*

- A. *bottnica* A. N. Lundstr.
- A. *borealis* Pall.
- A. *campestris* L. (Eurasia)
- A. *campestris* L. ssp. *glutinosa* (Gay ex Bess.) Batt. (Eurasia)
- A. *capillaris* Thunb. (Japón)
- A. *caudata* Michx. (Norteamérica)
- A. *commutata* Bess. (Asia)
- A. *crithmifolia* L.
- A. *desertorum* Spreng. (Asia)
- A. *dracunculoides* Pursh. (Norteamérica)
- A. *dracunculus* L. (Eurasia)
- A. *dracunculus* L. var. *dracunculus* (Eurasia)

- A. *filifolia* Torrey (quizá no es *Dracunculus*)  
(Norteamérica)
- A. *glauca* Pall. ex Willd. (Mongolia)
- A. *glutinosa* Gay ex Bess. (= *A. campestris*  
ssp. *glutinosa*) (Eurasia)
- A. *japonica* Thunb. (Japón)
- A. *lamprocaulos* Rehinger (Asia)
- A. *littoricola* Kitam. (Japón)
- A. *monosperma* Del. (Mediterráneo)
- A. *pamirica* C. Winkl.
- A. *parviflora* Roxb. (Nepal)
- A. *pycnocephala* DC.
- A. *scoparia* Waldst. et Kit. (Eurasia)
- A. *xanthochroa* Krasch. (Mongolia)

Subgénero *Tridentatae*

- A. *arbuscula* Nutt. (Norteamérica)
- A. *arbuscula* Nutt. ssp. *arbuscula* (Norteamérica)
- A. *arbuscula* Nutt. ssp. *thermopola* Beetle  
(Norteamérica)
- A. *bigelovii* Gray (Norteamérica)
- A. *cana* Pursh. (Norteamérica)
- A. *cana* Pursh. ssp. *cana* (Norteamérica)
- A. *cana* Pursh. ssp. *viscidula* (Osterhout)  
Beetle (Norteamérica)
- A. *longiloba* (Osterhout) Beetle (Norteamérica)
- A. *nova* Nels. (Norteamérica)
- A. *pygmaea* Gray (Norteamérica)
- A. *rothrockii* Gray (= *A. tridentata* ssp.  
*rothrockii* (Gray) Hall y Clemens)  
(Norteamérica)
- A. *tridentata* Nutt. (Norteamérica)
- A. *tridentata* Nutt. ssp. *tridentata* (Norteamérica)
- A. *tridentata* Nutt. ssp. *tridentata* f.  
*parishii* (Gray) Beetle (Norteamérica)
- A. *tridentata* Nutt. ssp. *vaseyana* (Rydb.)  
Beetle (Norteamérica)

- A. *tridentata* Nutt. ssp. *vaseyana* f. *spiciformis* (Osterhout) Beetle (Norteamérica)
- A. *tridentata* Nutt. ssp. *wyomingensis* Beetle et Young (Norteamérica)
- A. *tripartita* Rydb. (Norteamérica)
- A. *tripartita* Rydb. ssp. *rupicola* Beetle (Norteamérica)
- A. *tripartita* Rydb. ssp. *tripartita* Beetle (Norteamérica)

Táxones de clasificación infragenérica desconocida por nosotros e incluidos en esta Tesis:

- A. *austisca* (?)
- A. *copa* Phil. (Argentina) (quizá *Tridentatae* ?)
- A. *ireyuiana*
- A. *rehan* Chiov. (Etiopía)
- A. *sibirica* Maxim. (= *Tanacetum sibiricum* ?)

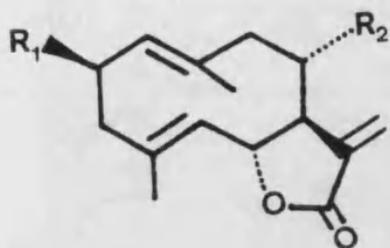
(\*) Se dan, entre paréntesis, algunas de las sinonimias de las especies y el lugar originario de cada una de ellas, si lo conocemos.



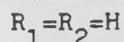
### Apéndice 3

Lactonas sesquiterpénicas aisladas de Artemisia: estructuras y lista alfabética de nombres comunes.





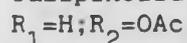
1 Costunólido



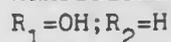
2 8 $\alpha$ -Hidroxicostunólido



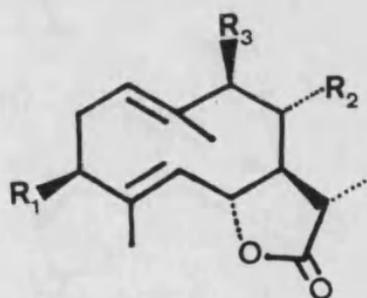
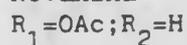
3 Tulipinólido



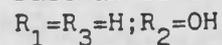
4 Hanfillina



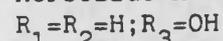
5 Novanina



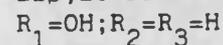
6 Balchanólido



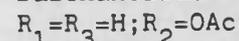
7 Herbólido A



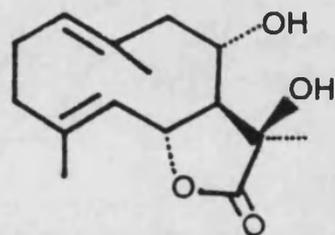
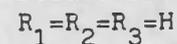
8 11 $\beta$ ,13-Dihidrohanfillina



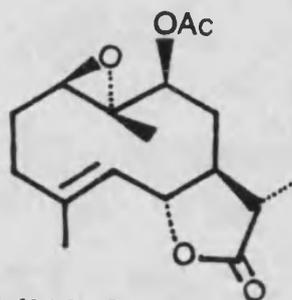
9 Balchanólido acetato



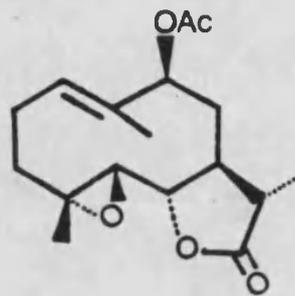
10 Desacetilherbólido A



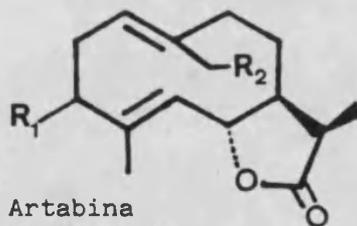
11 Hidroxibalchanólido



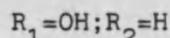
12 Herbólido B



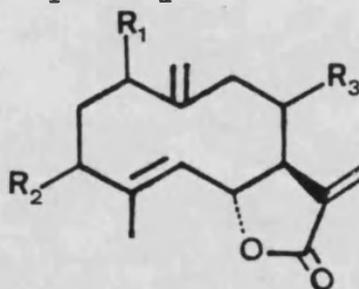
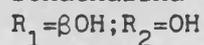
13 Herbólido C



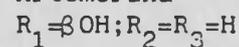
14 Artabina



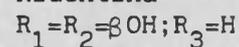
15 Sonachalina C



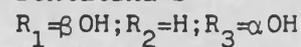
16 Artemorina'



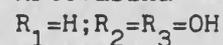
17 Ridentina



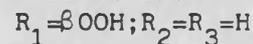
18 Dentatina B



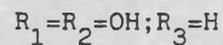
19 Artevasina

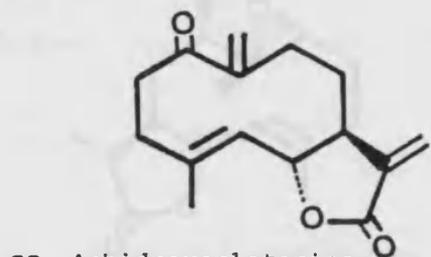


20 Verlotorina

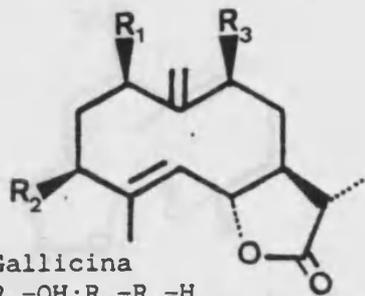


21 Isoridentina





22 Anhidroverlоторina



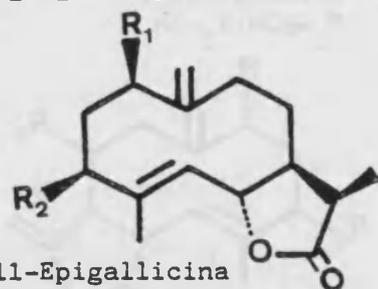
23 Gallicina  
 $R_1=OH; R_2=R_3=H$

24 Herbólido D  
 $R_1=OH; R_2=H; R_3=OAc$

25 Herbólido F  
 $R_1=OH; R_2=R_3=H$

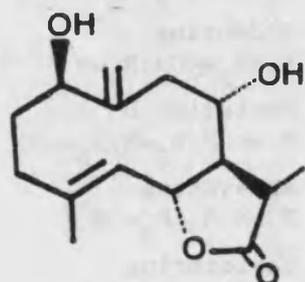
26 Herbólido H  
 $R_1=R_2=H; R_3=OH$

27 11 $\beta$ ,13-Dihidroridentina  
 $R_1=R_2=OH; R_3=H$

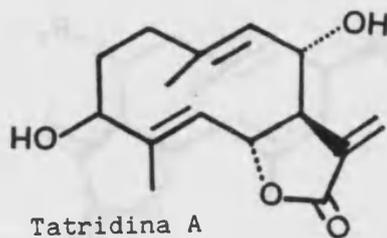


28 11-Epigallicina  
 $R_1=OH; R_2=H$

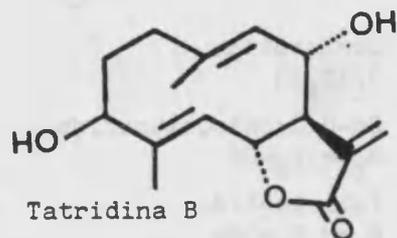
29 11-Epidihidroridentina  
 $R_1=R_2=OH$



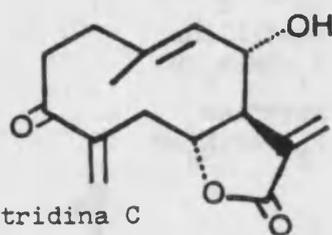
30 Sonachalina A



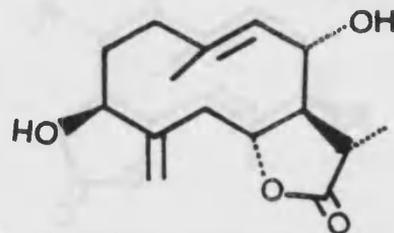
31 Tatrídina A



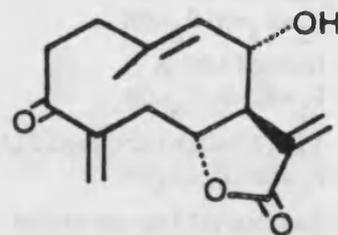
32 Tatrídina B



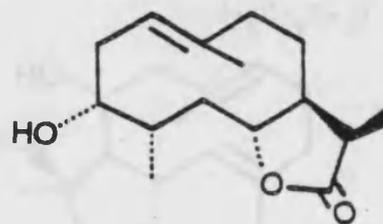
33 Tatrídina C



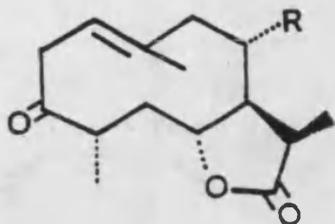
34 11-Epitatrídina D



35 3-Oxo-11-epitatrídina D



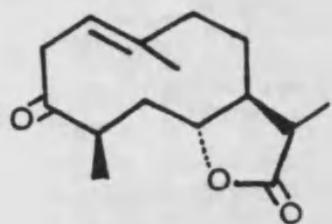
36 Hidroxipelenólido



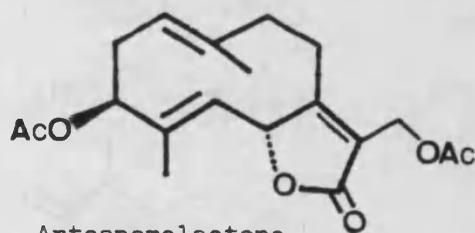
37 Cetopelenólido A  
R=H

38 Argentiólido B  
R=OAc

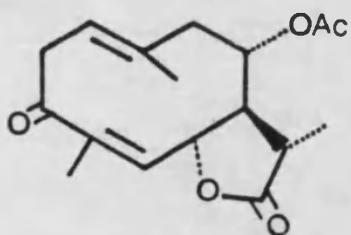
39 Desacetilargentiólido B  
R=OH



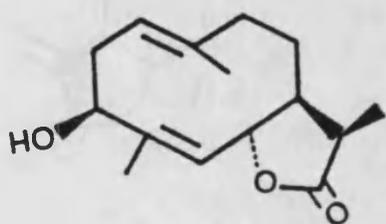
40 Cetopelenólido B



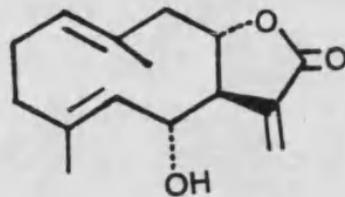
41 Arteanomalactona



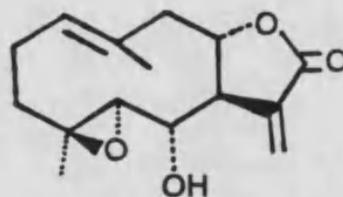
42 Heliangolidina



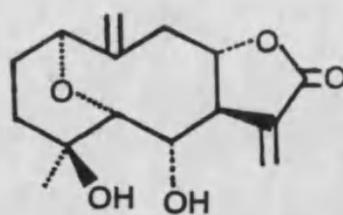
43 11 $\alpha$ ,13-Dihidro-4Z-hanfillina



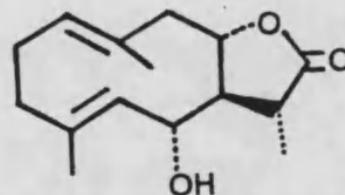
44 Desacetillaurenobiólido



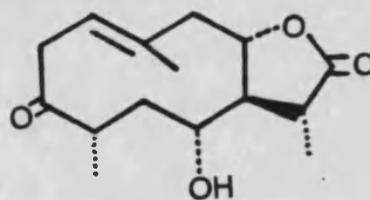
45 Spiciformina



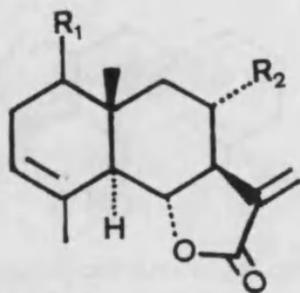
46 Badgerina



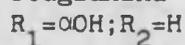
47 Isobalchanólido



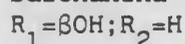
48 Argentiólido A



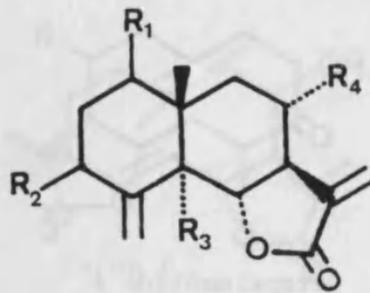
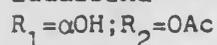
49 Douglanina



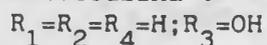
50 Balchanina



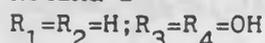
51 Ludalbina



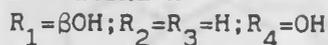
58 Arbusculina C



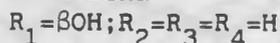
59 Rotina B



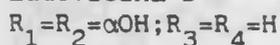
60 Dentatina A



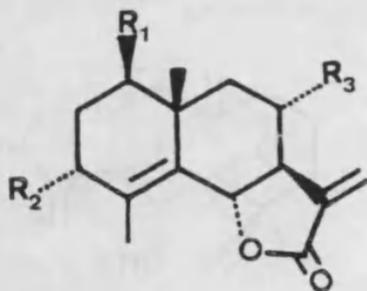
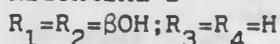
61 Reinosina



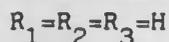
62 Ludovicina B



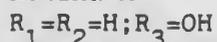
63 Ridentina B



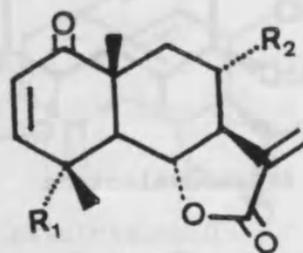
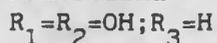
52 Arbusculina B



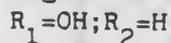
53 Rotina A



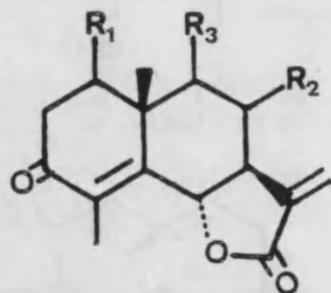
54 Armefolina



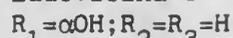
64 Arglanina



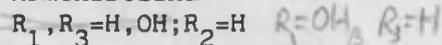
65 Artemexifolina



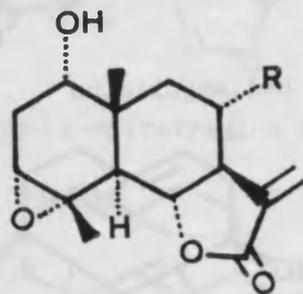
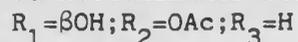
55 Ludovicina C



56 Armexifolina



57 8 $\alpha$ -Acetoximexifolina

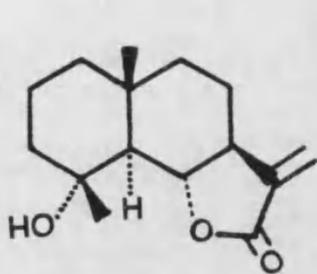


66  $\alpha$ -Epoxiludalbina

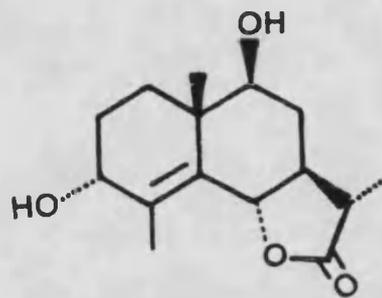


67 Ludovicina A

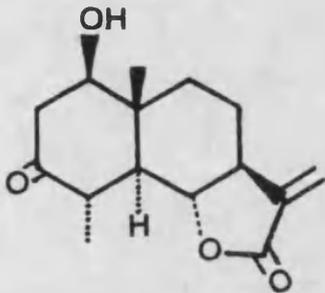




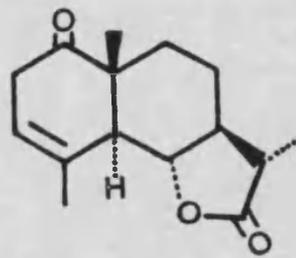
68 Arbusculina A



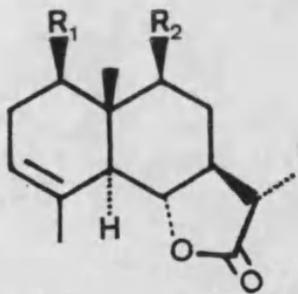
74 Herbólido E



69 Artecalina



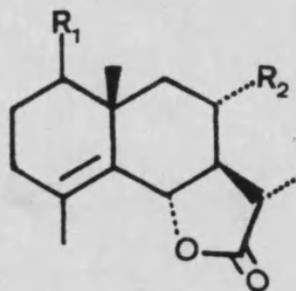
75 Taurina



70 11,13-Dihydrosantamarina  
 $R_1=OH; R_2=H$

71 Herbólido G  
 $R_1=H; R_2=OH$

76 1-Ceto-6 $\beta$ ,7 $\alpha$ ,11 $\beta$ -H-selin-4(5)-en-6,12-ólido

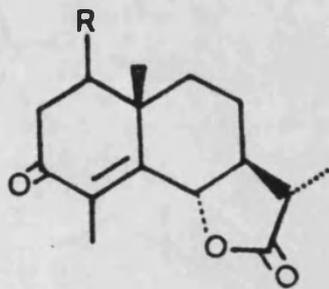


77 1-Hidroxi-6 $\beta$ ,7 $\alpha$ ,11 $\beta$ -H-eudesm-4-en-6,12-ólido  
 $R_1=OH; R_2=H$

78 1,11-Bis-epi-artesina  
 $R_1=\alpha OH; R_2=H$

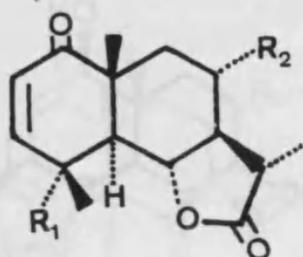
79 Torrentina  
 $R_1=\beta OH; R_2=OAc$

80 1 $\beta$ -Hidroxi-6 $\beta$ ,7 $\alpha$ ,11 $\beta$ -H-selin-4(5)-en-6,12-ólido  
 $R_1=\beta OH; R_2=H$

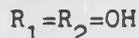


72 1,2-Dihydrosantonina  
 $R=H$

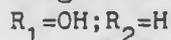
73 Alkanina  
 $R=OH$



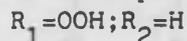
81 Tabarina



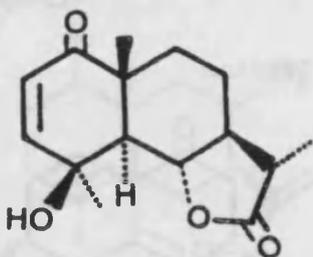
82 Vulgarina



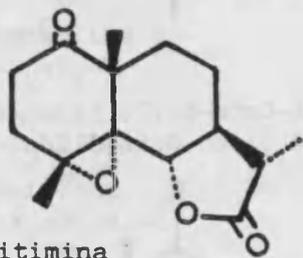
83 4 $\alpha$ -Hidroperoxi-desoxivulgarina



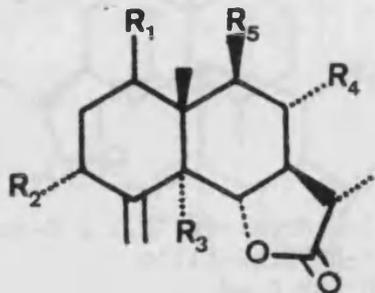
84 Acetiltabarina



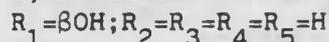
85 4-Epivulgarina



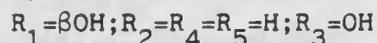
86 Maritimina



87 1 $\beta$ -Hidroxi-sant-4(14)-en-6,12-ólido



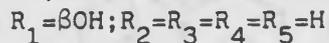
88 Artemina



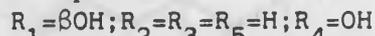
89 Erivanina



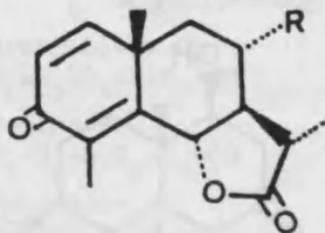
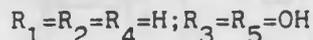
90 11,13-Dihidroreinosina



91 Artapsina



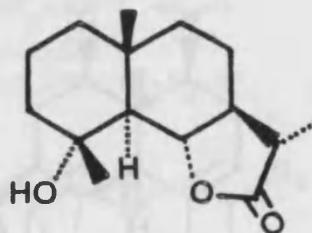
92 Herbólido I



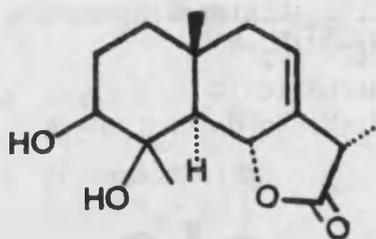
93  $\alpha$ -Santonina



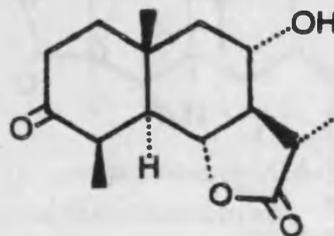
94 Artemisina



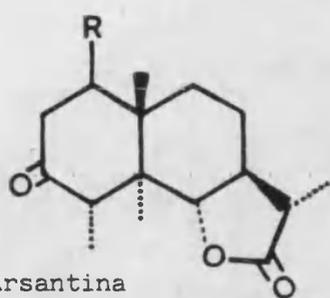
95 Colartina



96 Mibulactona



97 Arabsina



98 Arsantina

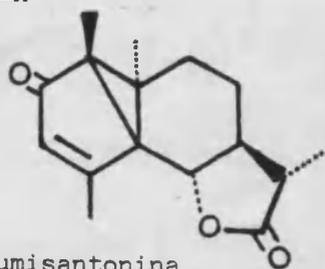
R=αOH

99 Arsanina

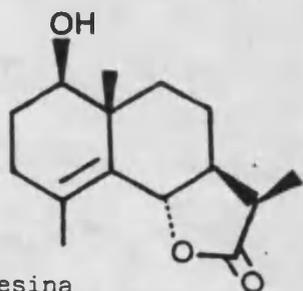
R=βOH

100 Artepaulina

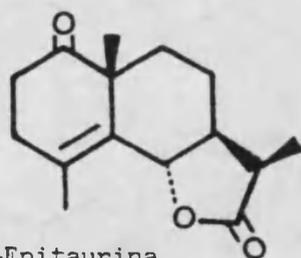
R=H



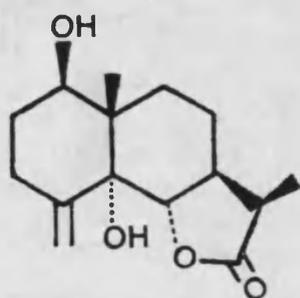
101 Lumisantonina



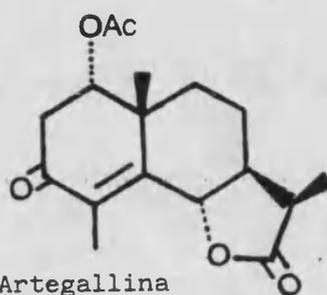
102 Artesina



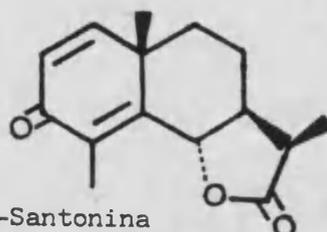
103 11-Epitaurina



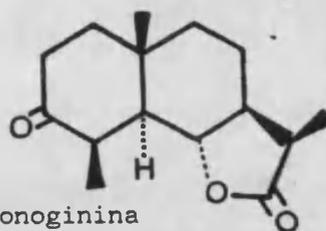
104 Arsubina



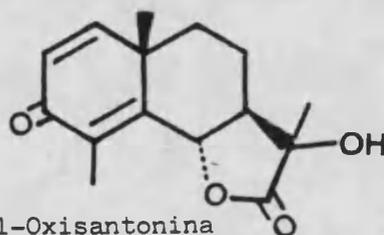
105 Artegallina



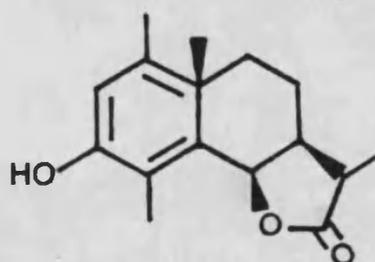
106 β-Santonina



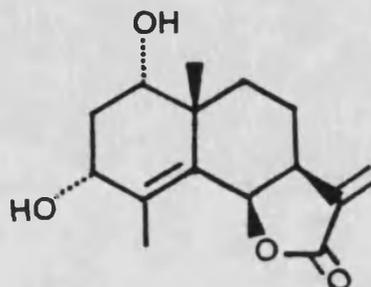
107 Monoginina



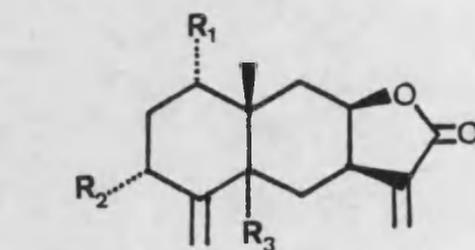
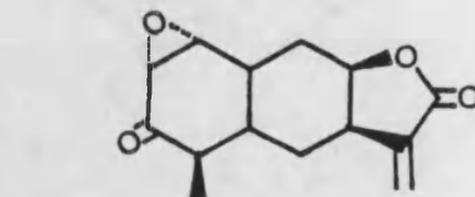
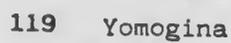
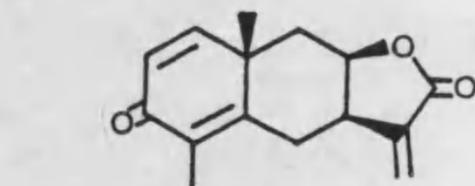
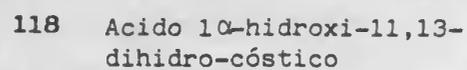
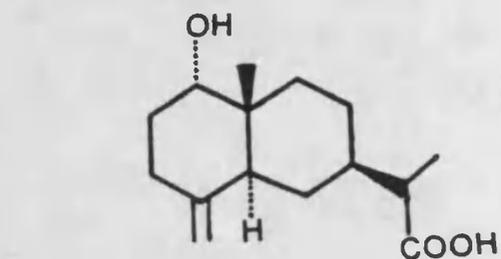
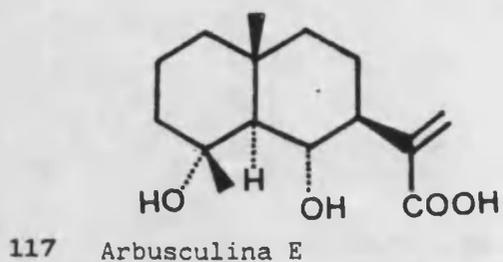
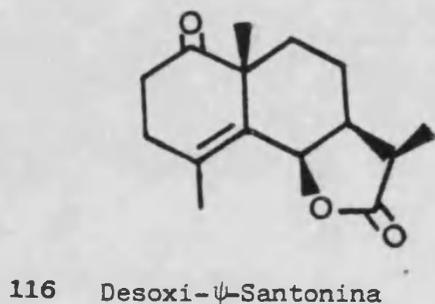
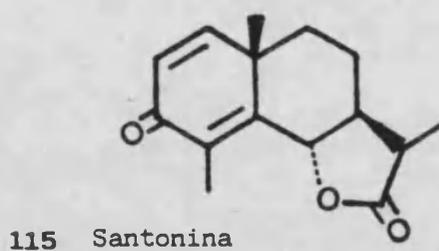
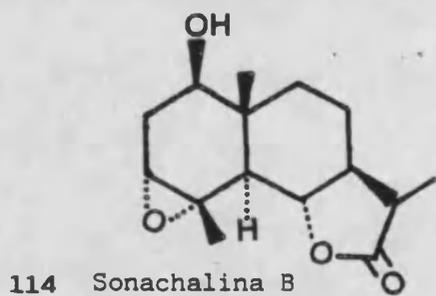
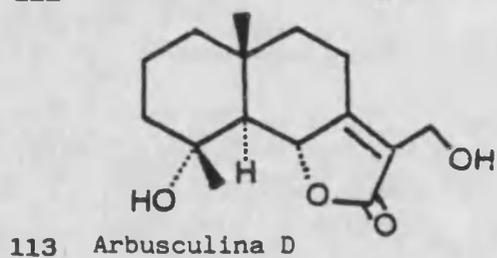
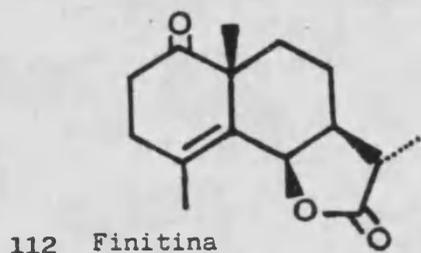
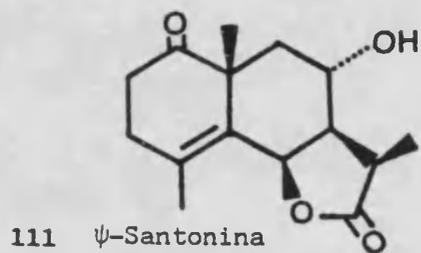
108 11-Oxisantonina



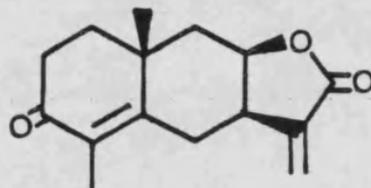
109 Desmotroposantonina



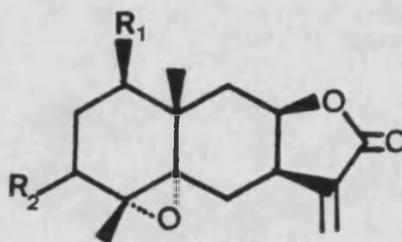
110 Armexina



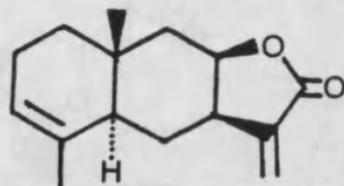
- 124 Isotelekina  
 $R_1=R_3=H; R_2=OH$
- 125 2 $\alpha$ -Peroxiisoolantolactona  
 $R_1=R_3=H; R_2=OOH$
- 126 3 $\alpha, 5\alpha$ -Dihidroxiisoolantolactona  
 $R_1=H; R_2=OH; R_3=\alpha OH$
- 127 3 $\alpha$ -Peroxi-5 $\alpha$ -hidroxiisoolantolactona  
 $R_1=H; R_2=OOH; R_3=\alpha OH$
- 128 3 $\alpha$ -Peroxi-5 $\beta$ -hidroxiisoolantolactona  
 $R_1=H; R_2=OOH; R_3=\beta OH$



- 133 3-Oxo-eudesma-4,11-dien-12,8 $\beta$ -ólido

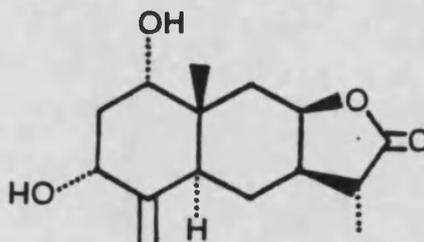
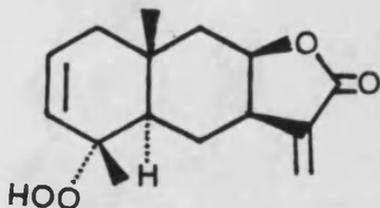


- 129 Eudesma-3,11-dien-12,8 $\beta$ -ólido

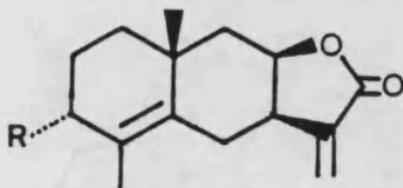


- 134 Meridianona  
 $R_1=OH; R_2=H$
- 135 3 $\alpha$ -Hidroxi-4 $\alpha, 5\alpha$ -epoxi-eudesm-11-en-12,8 $\beta$ -ólido  
 $R_1=H; R_2=\alpha OH$
- 136 3 $\beta$ -Hidroxi-4 $\alpha, 5\alpha$ -epoxi-eudesm-11-en-12,8 $\beta$ -ólido  
 $R_1=H; R_2=\beta OH$

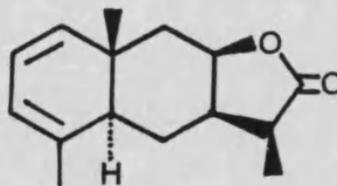
- 130 4 $\alpha$ -Peroxieudesm-2,11-dien-12,8 $\beta$ -ólido



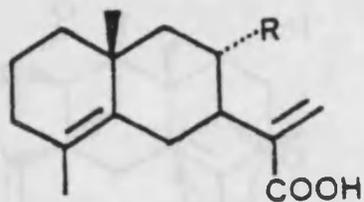
- 131 3 $\alpha$ -Hidroxi-eudesma-4,11-dien-12,8 $\beta$ -ólido  
 $R=OH$
- 132 3 $\alpha$ -Hidroperoxieudesma-4,11-dien-12,8 $\beta$ -ólido  
 $R=OOH$



- 137 Asrubina

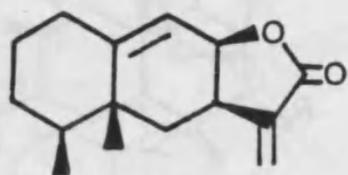


- 138 Antemidina

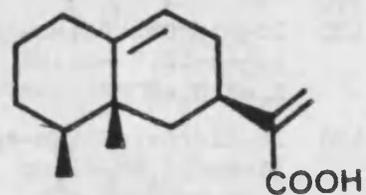


139 Acido 8 $\alpha$ -hidroxieudesma-4,11(13)-dien-12-oico  
R=OH

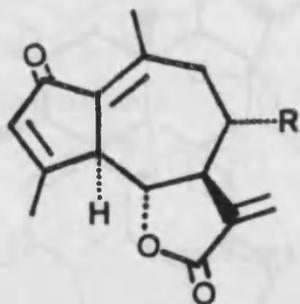
140 Acido 8 $\alpha$ -acetoxieudesma-4,11(13)-dien-12-oico  
R=OAc



141 Eremofil-9,11(13)-dien-8 $\beta$ ,12-ólido

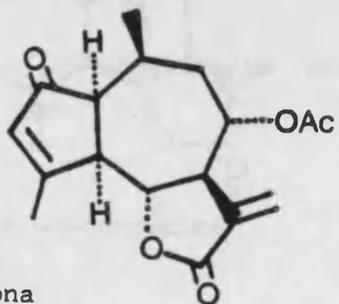


142 Acido eremofil-9,11(13)-dien-12-oico

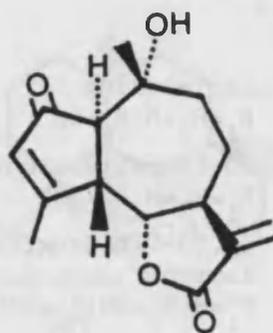


143 Dehidroleucodina  
R=H

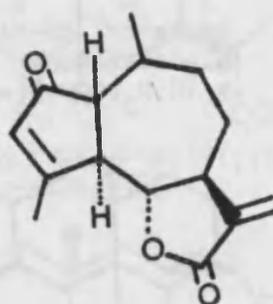
144 11,13-Dehidrodesacetil-matricarina R=OH



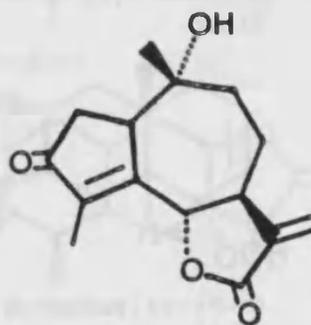
145 Montanona



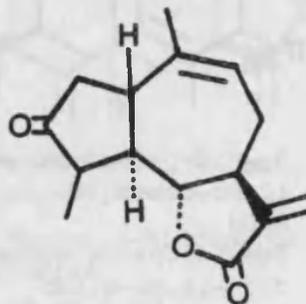
146 5 $\beta$ ,10 $\alpha$ -Dihidroxi-1 $\alpha$ -H-dehidroleucodina



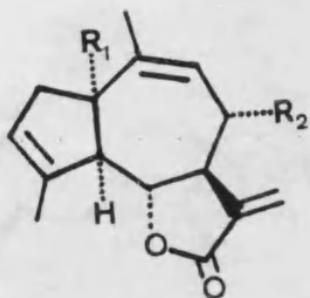
147 Arbiglobina



148 Parisina A



149 Glabellina



150 Rupicolina A

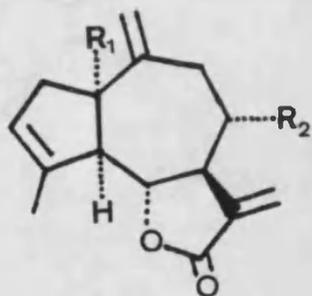
R<sub>1</sub>=R<sub>2</sub>=OH

151 1 $\alpha$ -Peroxi-1-desoxirupicolina A

R<sub>1</sub>=OOH; R<sub>2</sub>=OH

152 Rupicolina A acetato

R<sub>1</sub>=OH; R<sub>2</sub>=OAc



153 Rupicolina B

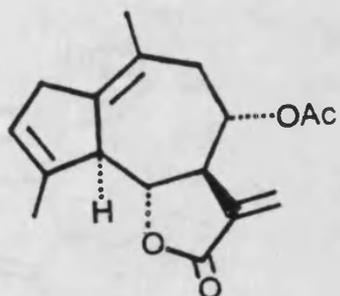
R<sub>1</sub>=R<sub>2</sub>=OH

154 Rupicolina B acetato

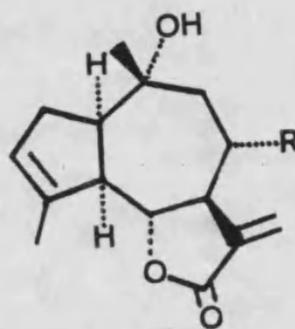
R<sub>1</sub>=OH; R<sub>2</sub>=OAc

155 1 $\alpha$ -Peroxi-1-desoxirupicolina B

R<sub>1</sub>=OOH; R<sub>2</sub>=OH



156 Zuurbergenina



157 Cumambrina B

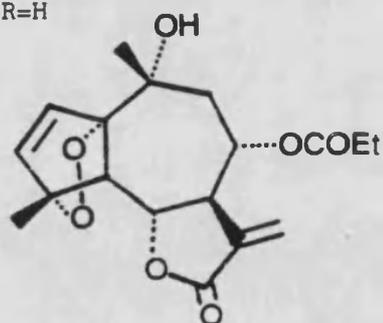
R=OH

158 Cumambrina A

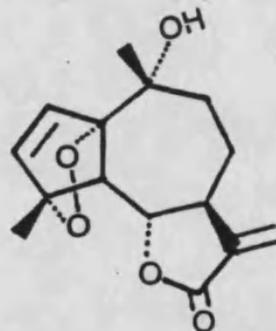
R=OAc

159 8-Desoxicumambrina B

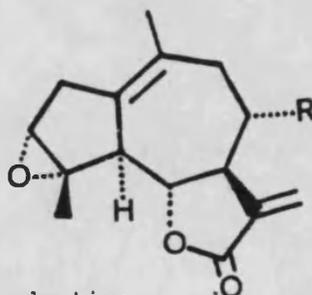
R=H



160 8 $\alpha$ -Propioniloxi-tanapartín- $\alpha$ -peróxido



161 Tanapartín- $\alpha$ -peróxido

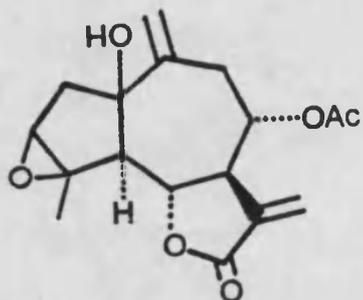


162 Ludartina

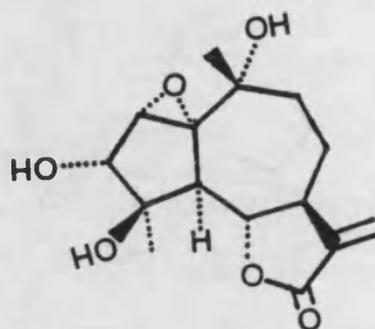
R=H

163 Arteglasina A

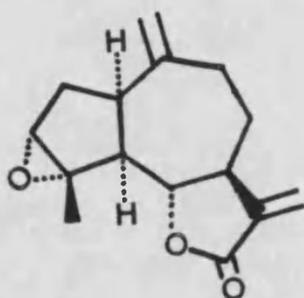
R=OAc



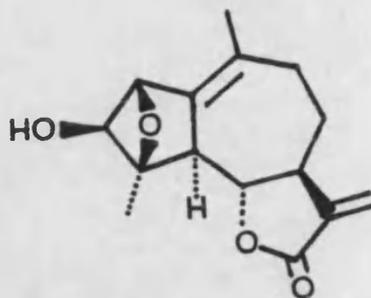
164 Arteglasina B



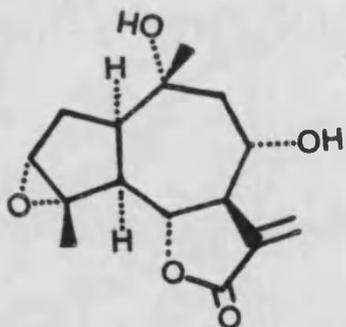
168 Artecanina hidrato



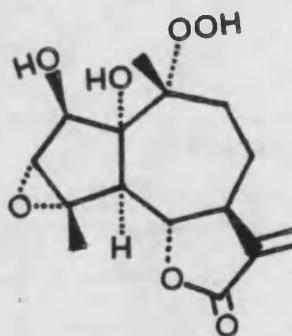
165 Estafiatina



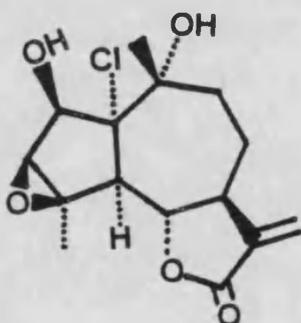
169 Andalucina



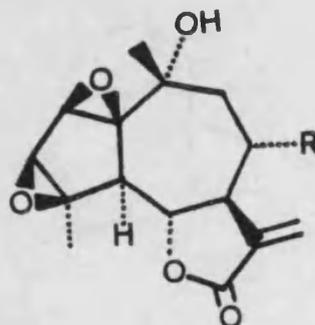
166 3,4-Oxidocumambrina B



170 Arlanatina

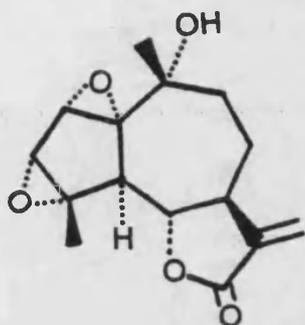


167 Cloroklotzchina

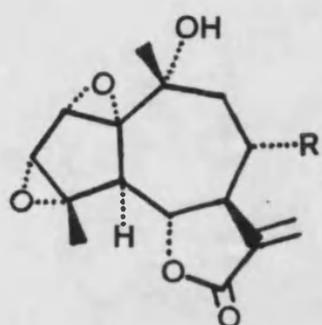


171 Artecanina  
R=H

172 Yomogiartemina  
R=OAc



173 Canina

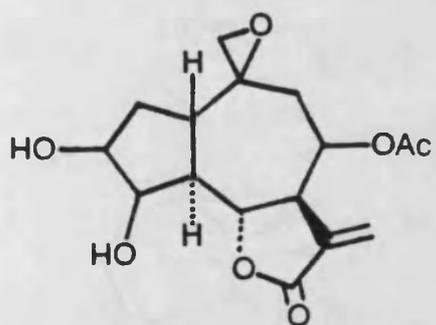


174 Rupina A

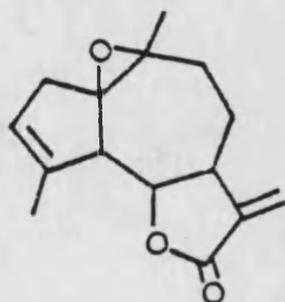
R=OH

175 Rupina B

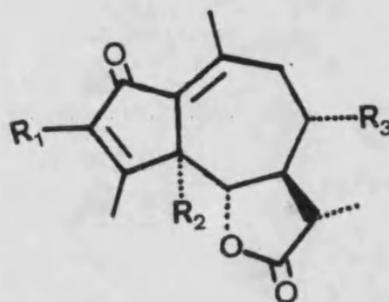
R=OAc



176 Artefransina



177 Arglabina



178 Matricarina

$R_1=R_2=H; R_3=OAc$

179 Desacetylmatricarina

$R_1=R_2=H; R_3=OH$

180 Desacetoximatricarina

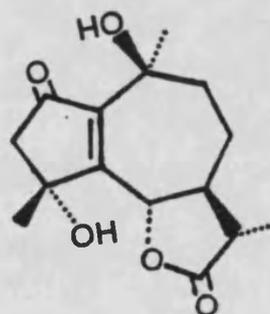
$R_1=R_2=R_3=H$

181 Parisina C

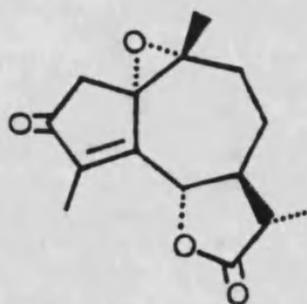
$R_1=R_3=H; R_2=OH$

182 Artelina

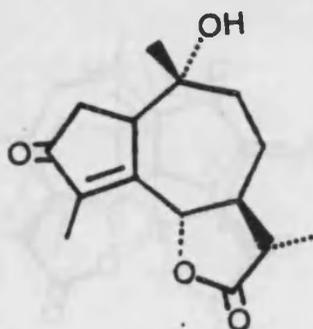
$R_1=R_3=OH; R_2=H$



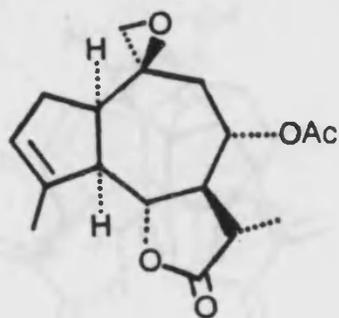
183 Artemolina



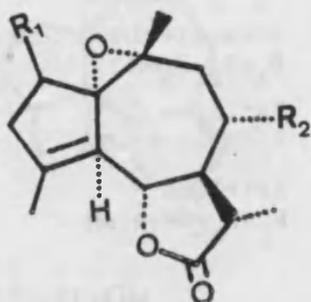
184 3-Oxo-4,5-dehidro-3,4-dihidroarborescina



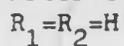
185 Lactona isofotosantónica



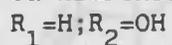
191 Viscidulina A



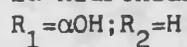
186 Arborescina



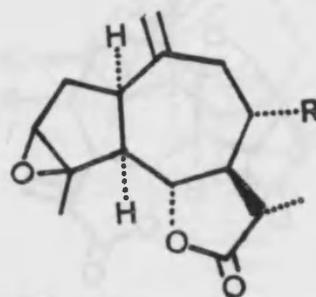
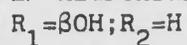
187 8 $\alpha$ -Hidroxiarborescina



188 2 $\alpha$ -Hidroxiarborescina



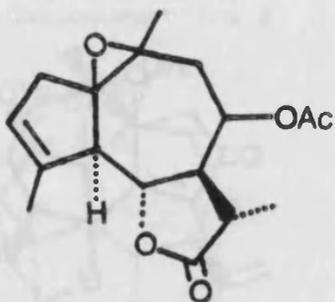
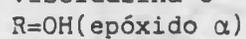
189 2 $\beta$ -Hidroxiarborescina



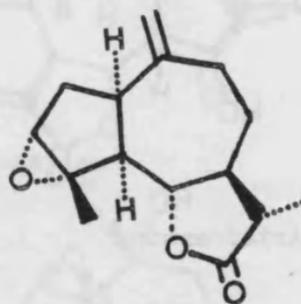
192 Viscidulina B



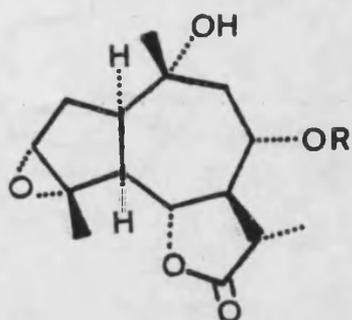
193 Viscidulina C



190 Globicina

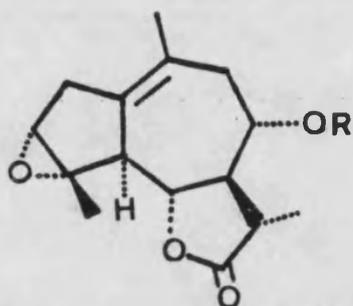


194 3 $\alpha,4\alpha$ -epoxi-11 $\beta$ H-guaian-10(14)-en-6 $\alpha,12$ - $\delta$ lido



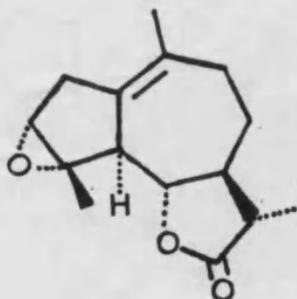
8-O-Acilderivados de dihidrocumambrina B

- 195 R=iBu  
196 R=iVal  
197 R=MeBu  
198 R=Tig

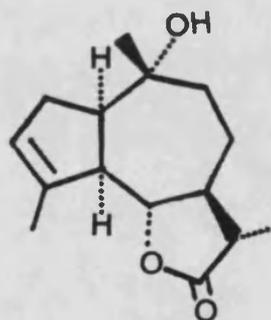


8-O-Aciloxiderivados de dihidroludartina

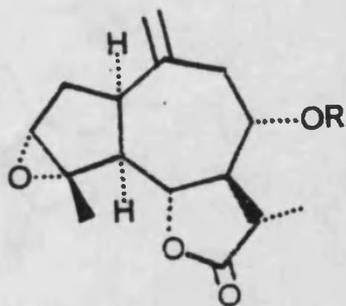
- 204 R=iBu  
205 R=iVal  
206 R=MeBu  
207 R=Tig  
208 R=Prop  
209 R=Ac



199 Dihidroludartina

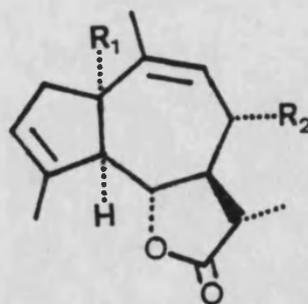


210 8-Desoxidihidrocumambrina B

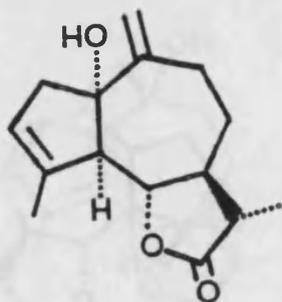


8-O-Acilderivados de Viscidulina C

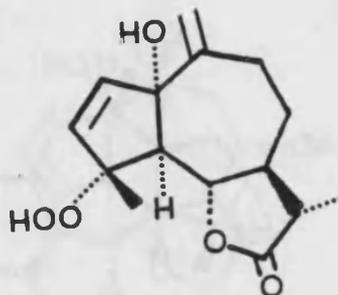
- 200 R=iBu  
201 R=iVal  
202 R=MeBu  
203 R=Tig



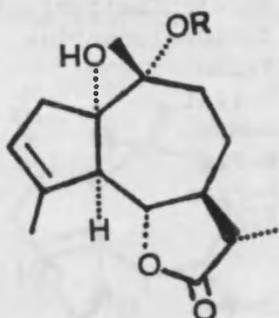
- 211 11 $\beta$ ,13-dihidrokauniólido  
R<sub>1</sub>=R<sub>2</sub>=H  
212 8 $\alpha$ -Acetoxi-11 $\beta$ ,13-dihidro-  
kauniólido  
R<sub>1</sub>=H;R<sub>2</sub>=OAc  
213 1 $\alpha$ -Hidroxi-11 $\beta$ ,13-dihidro-  
kauniólido  
R<sub>1</sub>=OH;R<sub>2</sub>=H



214 1 $\alpha$ -Hidroxi-5 $\alpha$ ,11 $\beta$ H-guaia-3,10(14)-dien-6 $\alpha$ ,12-ólido

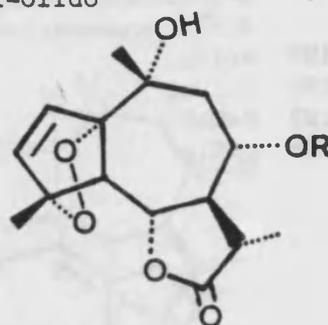


219 1 $\alpha$ -Hidroxi-4 $\alpha$ -hidroperoxi-11 $\beta$ H-guaia-2,10(14)-dien-6 $\alpha$ ,12-ólido



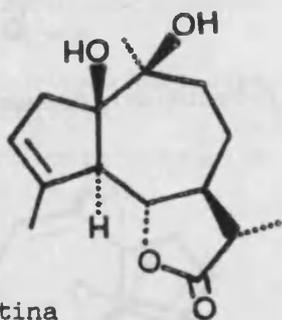
215 1 $\alpha$ ,10 $\beta$ -Dihidroxi-5 $\alpha$ ,11 $\beta$ H-guaian-3-en-6 $\alpha$ ,12-ólido  
R=H

216 1 $\alpha$ -Hidroxi-10 $\beta$ -etoxi-5 $\alpha$ ,11 $\beta$ H-guaian-3-en-6 $\alpha$ ,12-ólido  
R=Et

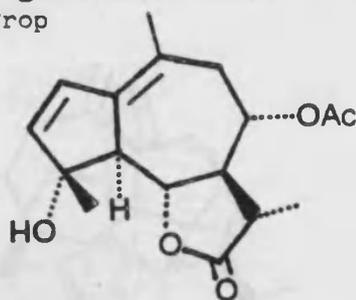


8-O-Aciloxiderivados de 11 $\beta$ ,13-dihidrotanapartina- $\alpha$ -peróxido

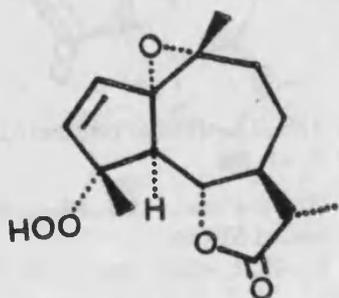
- 220 R=iBu  
221 R=iVal  
222 R=MeBu  
223 R=Tig  
224 R=Prop



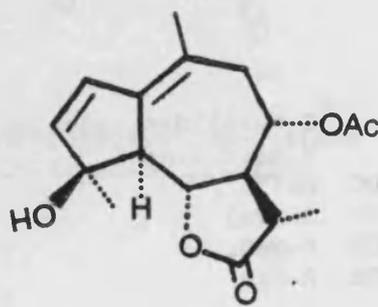
217 Arlatina



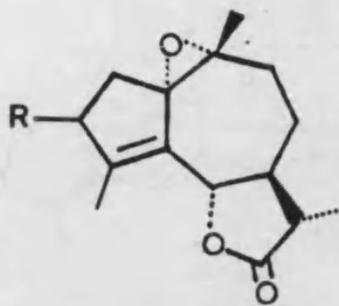
225 Matricina



218 4 $\alpha$ -Hidroperoxi-2,3-dehidro-3,4-dihidro-arborescina

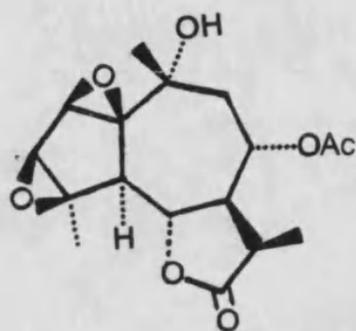


226 4-Epimatricina

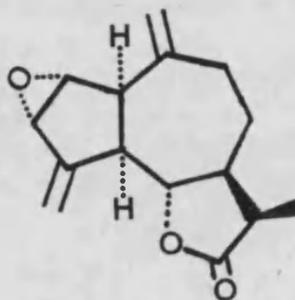


227 3-Hidroxi-4,5-dehidro-3,4-dihidroarborescina  
R=OH

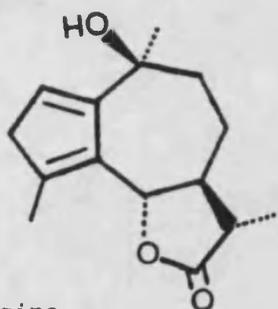
228 3-Hidroperoksi-4,5-dehidro-3,4-dihidroarborescina  
R=OOH



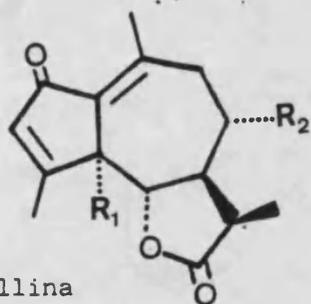
234 Yamayomoginina



235 2 $\alpha$ ,3 $\alpha$ -Epoxi-11 $\alpha$ ,13-dihidrodehidrocostuslactona

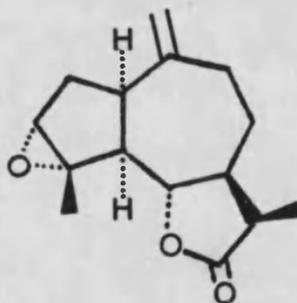


229 Artabsina

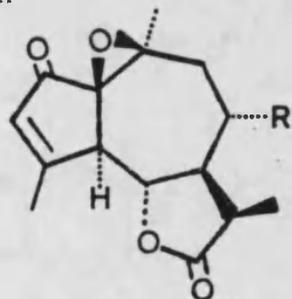


230 Achillina  
R=H

231 Grossmisina  
R=OH

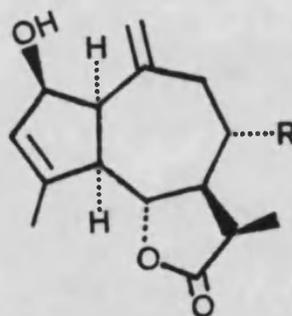


236 11 $\alpha$ ,13-Dihidroestafiatina



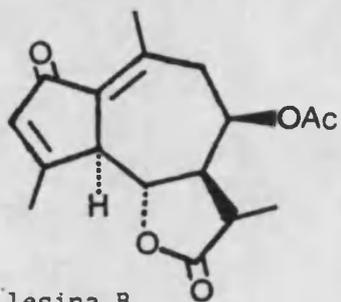
232 1,10- $\alpha$ -Epoxiachillina  
R=H

233 8 $\alpha$ -Hidroxi-1,10- $\alpha$ -epoxiachillina  
R=OH

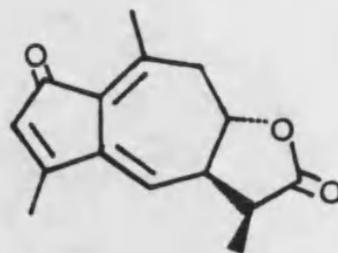


237 2 $\beta$ -Hidroxi-1,8-didesoksi-11 $\alpha$ ,13-dihidrorupicolina B  
R=H

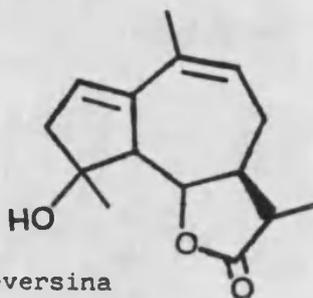
238 Jeiranbatanólido  
R=OH



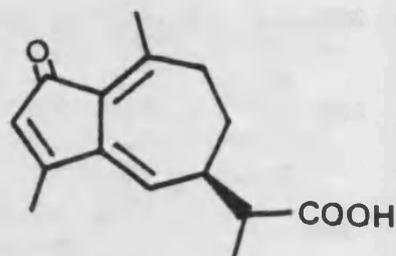
239 Artilesina B



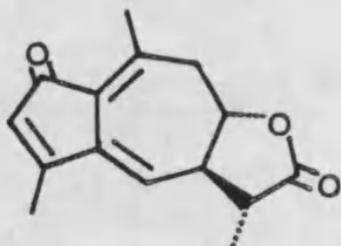
244 Anhidroaustricina



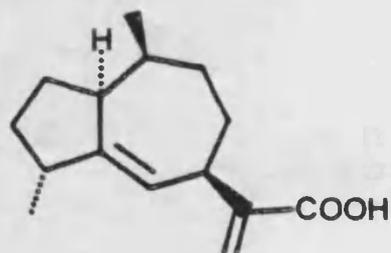
240 Sieversina



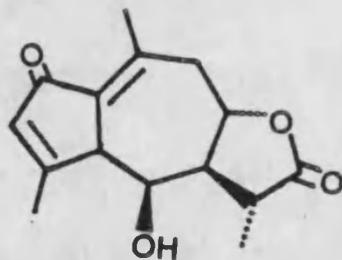
245 Parisina B



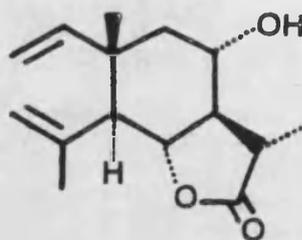
241 Anhidrogrossmisina



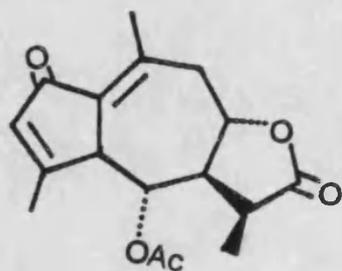
246 Acido rupéstrico



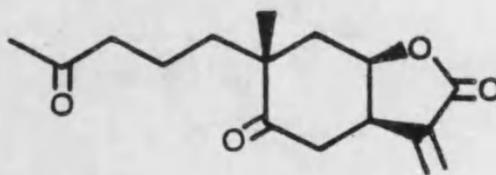
242 Carmenina



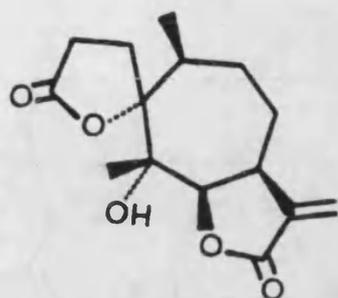
247 Temisina



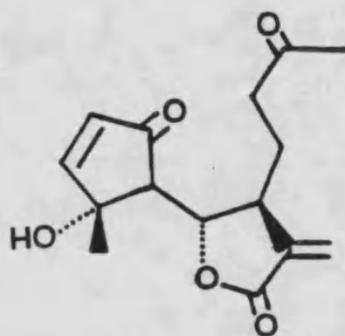
243 6 $\alpha$ -Acetilferulidina



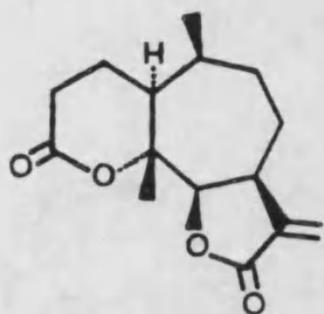
248 Umbellifólido



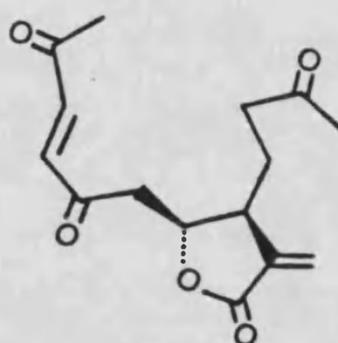
249 Psilostachifina



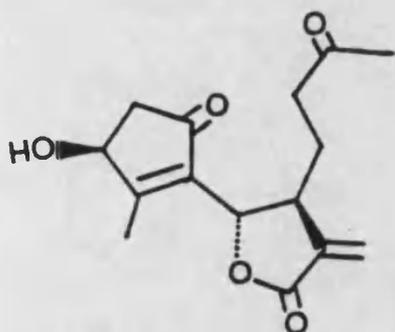
253 Seco-tanapartólido A



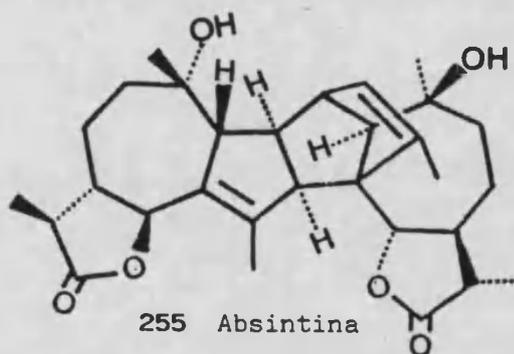
250 Psilostachifina C



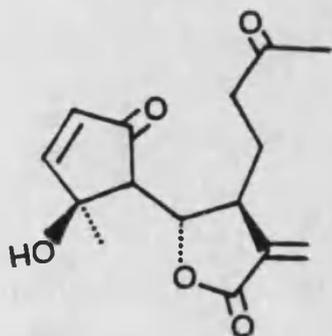
254 Bis-seco-tanapartólido



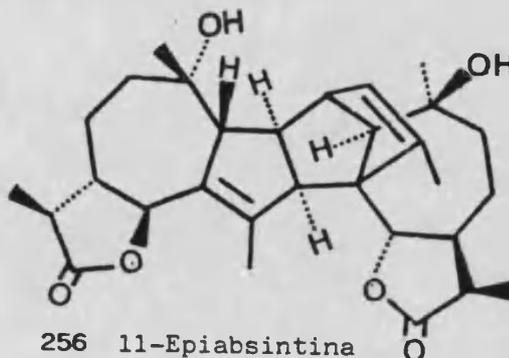
251 Iso-seco-tanapartólido



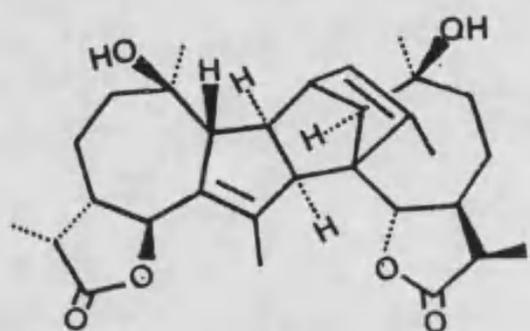
255 Absintina



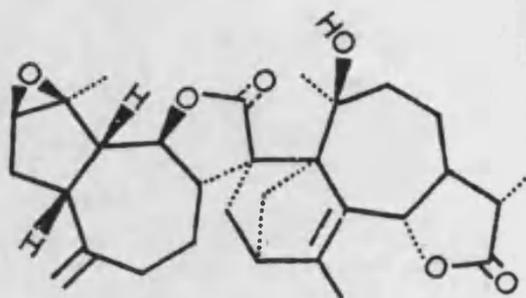
252 Seco-tanapartólido B



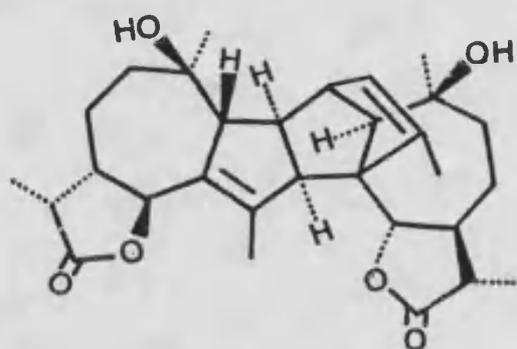
256 11-Epiabsintina



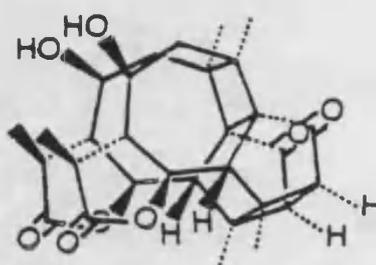
257 10',11'-Epiabsintina



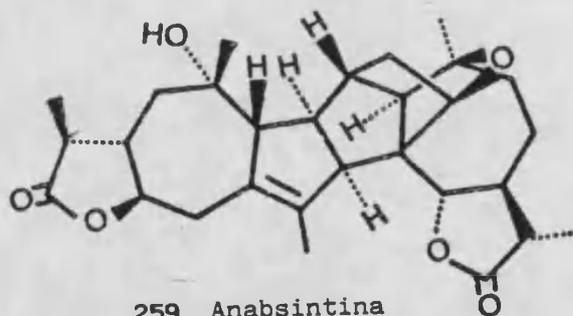
261 Artesieversina



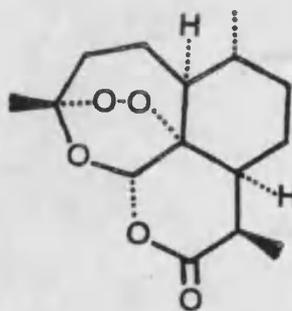
258 11,10',11'-Epiabsintina



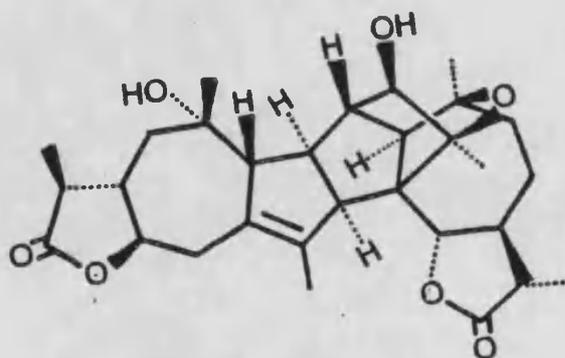
262 Arteleina



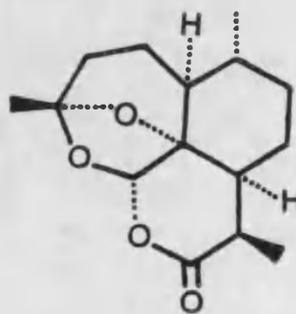
259 Anabsintina



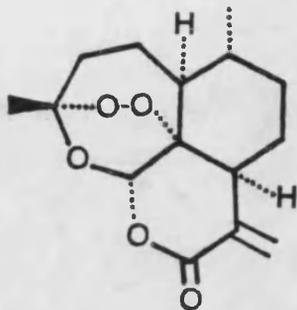
263 Artemisinina(Qinhaosu)



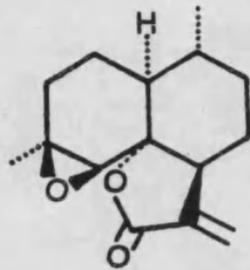
260 Anabsina



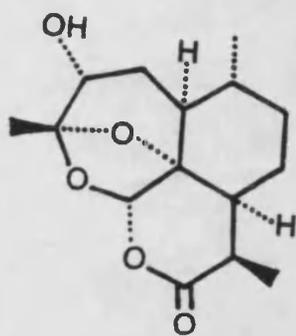
264 Qinhaosu III



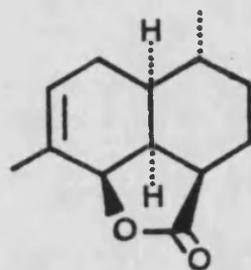
265 Artemisiteno



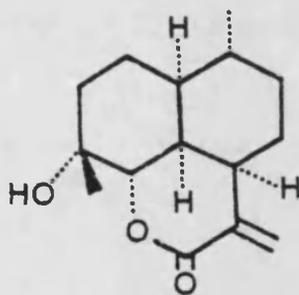
269 Arteannuina C



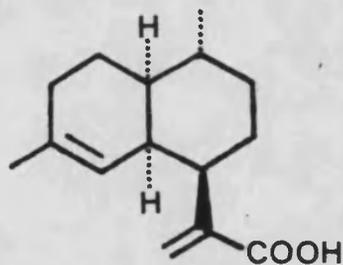
266 Qinhaosu IV



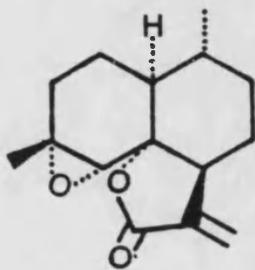
270 Qinhaosu I



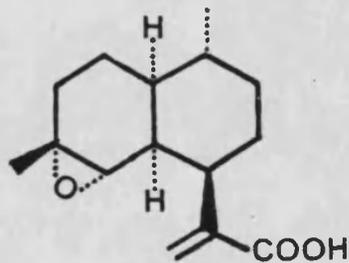
267 Qinhaosu V



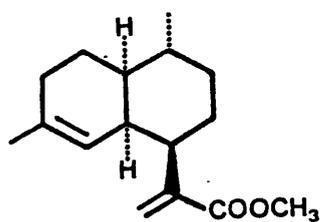
271 Acido Qin hao



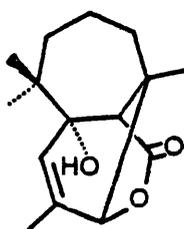
268 Arteannuina B



272 Acido epoxiarteannuínico



273 Acido artemísico metiléster



274 Artedouglasiólido

255 absintina  
256 absintina, 11-epi-  
257 absintina, 10',11'-epi-  
258 absintina, 11,10',11'-epi-  
230 achillina  
232 achillina, 1,10 $\beta$ -epoxi-  
231 achillina, 8 $\alpha$ -hidroxi- (= gross-  
misina)  
233 achillina, 8 $\alpha$ -hidroxi-1,10 $\beta$ -epoxi-  
126 alantolactona, 3 $\alpha$ ,5 $\alpha$ -dihidroxi-iso-  
125 alantolactona, 2 $\alpha$ -peroxi-iso-  
127 alantolactona, 3 $\alpha$ -peroxi-5 $\alpha$ -  
hidroxi-iso-  
128 alantolactona, 3 $\alpha$ -peroxi-5 $\beta$ -  
hidroxi-iso-  
73 alkhanina  
260 anabsina  
259 anabsintina  
169 andalucina  
138 anthemidina  
97 arabsina  
147 arbiglobina  
144 arbiglobina, 8-hidroxi- (= 11,13-  
dehidrodesacetil-matricarina)  
186 arborescina  
188 arborescina, 2 $\alpha$ -hidroxi-  
189 arborescina, 2 $\beta$ -hidroxi-  
187 arborescina, 8 $\alpha$ -hidroxi-  
227 arborescina, 3-hidroxi-4,5-dehidro-  
3,4-dihidro-  
228 arborescina, 3-hidroperoxi-4,5-  
dehidro-3,4-dihidro  
218 arborescina, 4 $\alpha$ -hidroperoxi-2,3-  
dehidro-3,4-dihidro  
184 arborescina, 3-oxo-4,5-dehidro-  
3,4-dihidro  
68 arbusculina A  
52 arbusculina B  
58 arbusculina C  
113 arbusculina D  
117 arbusculina E  
48 argentiólido A

38 argentiólido B  
39 argentiólido B, desacetil-  
177 arglabina  
64 arglanina  
170 arlanatina  
217 arlatina  
54 armefolina  
56 armexifolina  
110 armexina  
99 arsanina  
98 arsantina  
104 arsubina  
14 artabina  
229 artabsina  
91 artapsina  
271 arteannuínico, ácido- (= qinhao)  
272 arteannuínico, ácido epoxi-  
263 arteannuina (= qinhaosu)  
268 arteannuina B  
269 arteannuina C  
41 arteanomalactona  
69 artecalina  
171 artecanina (= crisartemina B)  
168 artecanina hidrato  
274 artedouglasiólido  
176 artefransina  
105 artegallina  
163 arteglasina A  
164 arteglasina B  
262 arteleina  
182 artelina  
65 artemexifolina  
88 artemina (= mibulactona ?)  
104 artemina, 11-epi-  
271 artemisico, ácido (= qinhao)  
273 artemisico metil éster, ácido  
267 artemisilactona  
94 artemisina  
263 artemisinina (= qinhaosu)  
265 artemisiteno  
183 artemolina  
16 artemorina

22 artemorina, dehidro- (= anhidro-  
 verlotorina)  
 100 artepaulina  
 261 artesieversina  
 102 artesina  
 78 artesina, 1,11-bis-epi-  
 80 artesina, 11-epi-  
 19 artevasina  
 239 artillesina B  
 137 ashrubina  
 179 austricina (= desacetilmatricarina).  
 244 austricina, anhidro-  
 46 badgerina  
 50 balchanina (= santamarina)  
 6 balchanólido  
 9 balchanólido acetato  
 11 balchanólido, hidroxio-  
 47 balchanólido, iso-  
 82 barrelina (= vulgarina)  
 173 canina (= rutifolina = crisarte-  
 mina A)  
 242 carmenina  
 167 cloroklotzchina  
 95 colartina  
 118 cóstico, ácido 1 $\alpha$ -hidroxio-  
 11,13-dihidro-  
 1 costunólido  
 2 costunólido, 8 $\alpha$ -hidroxio-  
 235 costuslactona, 2,3 $\alpha$ -epoxio-11 $\alpha$ ,13-  
 dihidro-dehidro-  
 173 crisartemina A  
 171 crisartemina B  
 158 cumambrina A  
 157 cumambrina B  
 166 cumambrina B, 3,4 $\alpha$ -epoxio-  
 159 cumambrina B, 8-desoxio-  
 210 cumambrina B, 8-desoxio-dihidro-  
 195 cumambrina B, 8-O-isobutiroil-  
 dihidro-  
 196 cumambrina B, 8-O-isovaleroil-  
 dihidro-

197 cumambrina B, 8-O-metilbutiroil-  
dihidro-  
198 cumambrina B, 8-O-tigloil-dihidro  
60 dentatina A  
18 dentanina B  
109 desmotroposantonina  
49 douglanina  
141 eremofil-9,11(13)-dien-12,8 $\beta$ -ólido  
142 eremofil-9,11(13)-dien-12-oico,  
ácido  
89 erivanina  
165 estafiatina  
236 estafiatina, 11 $\alpha$ ,13-dihidro  
70 eudesm-3-en-6,12-ólido, 1 $\beta$ -hidroxi-  
76 eudesm-4-en-6,12-ólido, 1-ceto-  
6 $\beta$ ,7 $\alpha$ ,11 $\beta$ H-  
77 eudesm-4-en-6,12-ólido, 1-hidroxi-  
6 $\beta$ ,7 $\alpha$ ,11 $\beta$ H-  
80 eudesm-4-en-6,12-ólido, 1 $\beta$ -hidroxi-  
6 $\beta$ ,7 $\alpha$ ,11 $\beta$ H-  
87 eudesm-4(14)-en-6,12-ólido, 1 $\beta$ -  
hidroxi-  
135 eudesm-11-en-12,8 $\beta$ -ólido, 3 $\alpha$ -hi-  
droxi-4,5 $\alpha$ -epoxi-  
136 eudesm-11-en-12,8 $\beta$ -ólido, 3 $\beta$ -hi-  
droxi-4,5 $\alpha$ -epoxi-  
130 eudesma-2,11-dien-12,8 $\beta$ -ólido, 4 $\alpha$ -  
peroxi-  
129 eudesma-3,11-dien-12,8 $\beta$ -ólido  
132 eudesma-4,11-dien-12,8 $\beta$ -ólido,  
3 $\alpha$ -hidroperoxi-  
131 eudesma-4,11-dien-12,8 $\beta$ -ólido,  
3 $\alpha$ -hidroxi-  
133 eudesma-4,11-dien-12,8 $\beta$ -ólido,  
3-oxo-  
140 eudesma-4,11(13)-dien-12-oico,  
ácido 8 $\alpha$ -acetoxi-  
139 eudesma-4,11(13)-dien-12-oico,  
ácido 8 $\alpha$ -hidroxi-  
172 feddeinina (= yomogiartemina)  
243 ferulidina, 6 $\alpha$ -acetil-  
112 finitina

23 gallicina  
 28 gallicina, 11-epi-  
 149 glabellina  
 190 globicina  
 121 granilina  
 231 grossmisina (= 8 $\alpha$ -hidroxiachillina)  
 241 grossmisina, anhidro-  
 219 guaya-2,10(14)-dien-6 $\alpha$ ,12- $\delta$ lido,  
     1 $\alpha$ -hidroxi-4 $\alpha$ -hidroperoxi  
     -11 $\beta$ H-  
 214 guaya-3,10(14)-dien-6 $\alpha$ ,12- $\delta$ lido,  
     1 $\alpha$ -hidroxi-5 $\alpha$ ,11 $\beta$ -H-  
 216 guayan-3-en-6 $\alpha$ ,12- $\delta$ lido,  
     1 $\alpha$ -hidroxi-10 $\beta$ -etoxi-5 $\alpha$ ,11 $\beta$ -H-  
 215 guayan-3-en-6 $\alpha$ ,12- $\delta$ lido, 1 $\alpha$ ,10 $\beta$ -  
     dihidroxi-5 $\alpha$ ,11 $\beta$ -H-  
 194 guayan-10(14)-en-6 $\alpha$ ,12- $\delta$ lido,  
     3,4 $\alpha$ -epoxi-11 $\beta$ H-  
 4 hanfillina  
 8 hanfillina, 11 $\beta$ ,13-dihidro-  
 43 hanfillina, 11 $\beta$ ,13-dihidro-4-Z-  
 42 heliangolidina  
 7 herb $\delta$ lido A  
 10 herb $\delta$ lido A, desacetil-  
 12 herb $\delta$ lido B  
 13 herb $\delta$ lido C  
 24 herb $\delta$ lido D  
 74 herb $\delta$ lido E  
 25 herb $\delta$ lido F  
 71 herb $\delta$ lido G  
 26 herb $\delta$ lido H  
 92 herb $\delta$ lido I  
 120 himeyoshina  
 185 isofotosant $\delta$ nica, lactona (= ludo-  
     vicina D)  
 238 jeiranbatan $\delta$ lido  
 82 judaicina (= vulgarina)  
 211 kauni $\delta$ lido, 11 $\beta$ ,13-dihidro-  
 213 kauni $\delta$ lido, 1 $\alpha$ -hidroxi-  
     11 $\beta$ ,13-dihidro-

212 kauniólido, 8 $\alpha$ -acetoxi-  
       11 $\beta$ ,13-dihidro-  
 44 laurenobiólido, desacetil-  
 180 leucodina (=leucomisina = desace-  
       toximatricarina)  
 143 leucodina, dehidro- (= 11,13-dehi-  
       drodesacetoxi-matricarina)  
 146 leucodina, 5 $\beta$ ,10 $\alpha$ -dihidroxi-  
       1 $\alpha$ H-dehidro-  
 180 leucomisina (= leucodina = desace-  
       toximatricarina)  
 51 ludalbina  
 66 ludalbina,  $\alpha$ -epoxi-  
 162 ludartina  
 199 ludartina, dihidro-  
 204 ludartina, 8 $\alpha$ -isobutiroiloxi-  
       dihidro-  
 205 ludartina, 8 $\alpha$ -isovaleroiloxi-  
       dihidro-  
 206 ludartina, 8 $\alpha$ -metilbutiroiloxi-  
       dihidro-  
 207 ludartina, 8 $\alpha$ -tigloiloxi-dihidro-  
 208 ludartina, 8 $\alpha$ -acetoxi-dihidro-  
 67 ludovicina A  
 62 ludovicina B  
 55 ludovicina C  
 185 ludovicina D  
 101 lumisantonina  
 86 maritimina  
 178 matricarina  
 179 matricarina, desacetil (= aus-  
       tricina)  
 180 matricarina, desacetoxi- (= leuco-  
       dina = leucomisina)  
 144 matricarina, 11,13-dehidrodes-  
       acetil-  
 143 matricarina, 11,13-dehidrodes-  
       acetoxi-  
 225 matricina  
 226 matricina, 4-epi-  
 134 meridianona  
 57 mexifolina, 8 $\alpha$ -acetoxi-

mibulactona (= artemina ?)  
monogynina  
montanona  
novanina  
parisina A  
parisina A, dihidro- (= ludovi-  
cina D)  
parisina B  
parisina C  
pelenólido, hidroxi-  
pelenólido A, ceto-  
pelenólido B, ceto-  
psilostachiina  
psilostachiina C  
qinhao, ácido  
qinhaosu (= artemisinina = arte-  
annuina)  
qinhaosu I  
qinhaosu III  
qinhaosu IV  
qinhaosu V (= artemisilactona)  
reinosina  
reinosina, 11,13-dihidro-  
ridentina  
ridentina, 11 $\beta$ ,13-dihidro-  
ridentina, 11-epi-dihidro-  
ridentina, iso-  
ridentina B  
rotina A  
rotina B  
rupéstrico, ácido  
rupicolina A  
rupicolina A, 1 $\alpha$ -peroxi-1-desoxi-  
rupicolina A acetato  
rupicolina B  
rupicolina B, 1 $\alpha$ -peroxi-1-desoxi-  
rupicolina B, 2 $\alpha$ -hidroxi-  
1,8-didesoxi-11 $\alpha$ ,13-dihidro-  
rupicolina B acetato  
rupina A  
rupina B  
rutifolina (= canina)

50	santamarina (= balchanina)
70	santamarina, 11,13-dihidro-
115	santonina
108	santonina, 11-oxi-
93	$\alpha$ -santonina
72	$\alpha$ -santonina, 1,2-dihidro-
106	$\beta$ -santonina
111	$\psi$ -santonina
116	$\psi$ -santonina, desoxi-
30	sonachalina A
114	sonachalina B
15	sonachalina C
240	sieversina
186	sieversinina (= arborescina)
45	spiciformina
81	tabarina
84	tabarina, acetil-
161	tanapartina- $\alpha$ -peróxido
160	tanapartina- $\alpha$ -peróxido, 8 $\alpha$ - propioniloxi-
220	tanapartina- $\alpha$ -peróxido, 8 $\alpha$ - isobutiroiloxi-11 $\beta$ ,13-dihidro-
221	tanapartina- $\alpha$ -peróxido, 8 $\alpha$ -iso- valeroiloxi-11 $\beta$ ,13-dihidro-
222	tanapartina- $\alpha$ -peróxido, 8 $\alpha$ -metil- butiroiloxi-11 $\beta$ ,13-dihidro-
223	tanapartina- $\alpha$ -peróxido, 8 $\alpha$ -tigloil- oxi-11 $\beta$ ,13-dihidro-
224	tanapartina- $\alpha$ -peróxido, 8 $\alpha$ -pro- pioniloxi-11 $\beta$ ,13-dihidro-
254	tanapartólido, bis-seco-
251	tanapartólido, iso-seco-
253	tanapartólido A, seco-
252	tanapartólido B, seco-
31	tatridina A
32	tatridina B
33	tatridina C
34	tatridina D, 11-epi
35	tatridina D, 3-oxo-11-epi
82	tauremisina (= vulgarina)
75	taurina
102	taurina, dihidro-

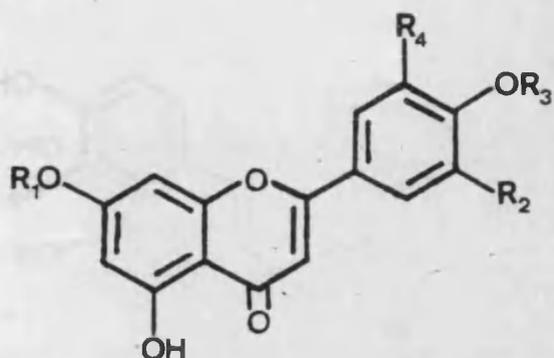
103 taurina, 11-epi-  
122 telekina, 5-desoxi-5-hidroperoxi-  
123 telekina, 5-desoxi-5-  
hidroperoxi-5-epi-  
124 telekina, iso-  
247 temisina  
79 torrentina  
3 tulipinólido  
248 umbellifólido  
20 verlotorina  
22 verlotorina, anhidro- (= dehidro-  
artemorina)  
191 viscidulina A  
192 viscidulina B  
193 viscidulina C  
200 viscidulina C, 8-O-isobutiroil-  
201 viscidulina C, 8-O-isovaleroil-  
202 viscidulina C, 8-O-metilbutiroil-  
203 viscidulina C, 8-O-tigloil-  
82 vulgarina  
85 vulgarina, 4-epi-  
83 vulgarina, 4 $\alpha$ -hidroperoxi-desoxi-  
70 W-A (= 11,13-dihidrosantamarina)  
87 W-B  
234 yamayomoginina  
172 yomogiartemina (= feddeinina)  
119 yomogina  
156 zuurbergenina



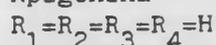
#### Apéndice 4

Flavonoides aislados de Artemisia:  
estructuras y lista alfabética de  
nombres comunes.

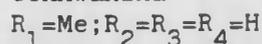




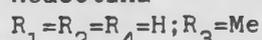
1 Apigenina



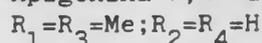
2 Genkwanina



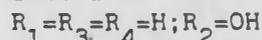
3 Acacetina



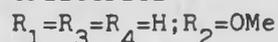
4 Apigenina 7,4'-dimetiléter



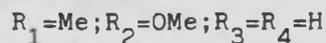
5 Luteolina



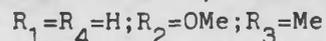
6 Crisoeriol



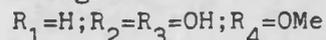
7 Velutina



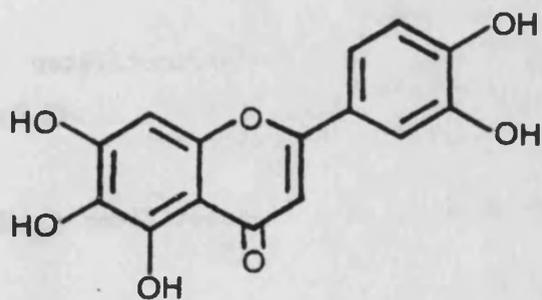
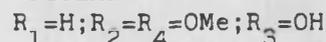
8 Luteolina 3',4'-dimetiléter



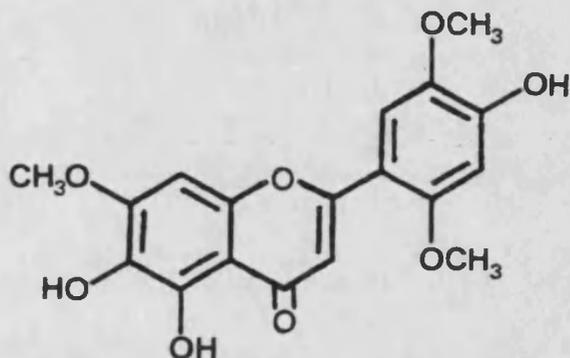
9 Selagina



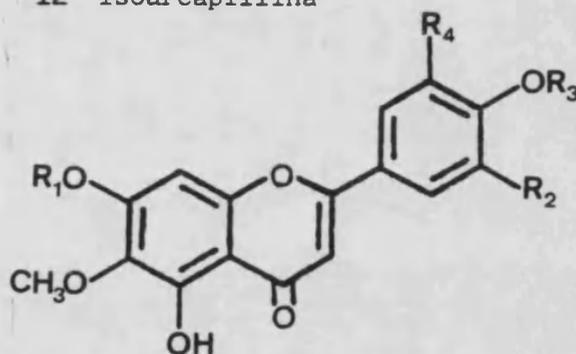
10 Tricina



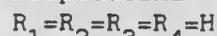
11 6-Hidroxiluteolina



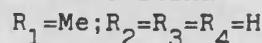
12 Isoarcapillina



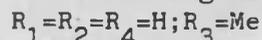
13 Hispidulina



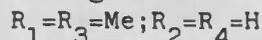
14 Cirsimaritina



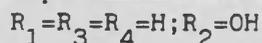
15 Pectolinarigenina



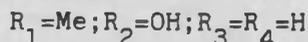
16 Salvigenina



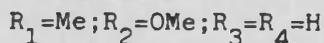
17 Eupafolina



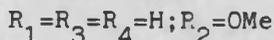
18 Cirsiliol



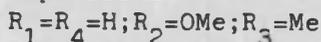
19 Cirsilineol



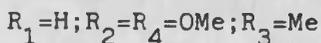
20 Jaceosidina



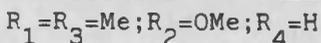
21 Eupatilina



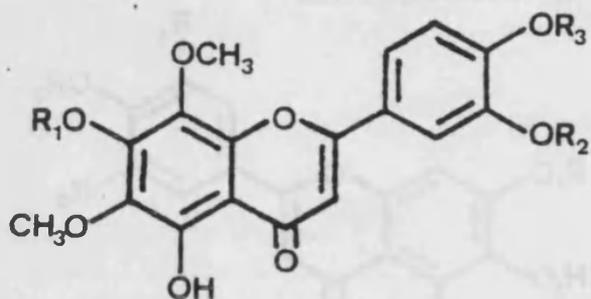
22 Arteanoflavona



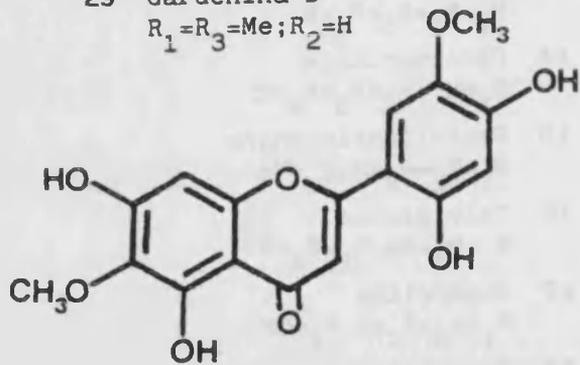
23 Cirsilineol 4'-metiléter



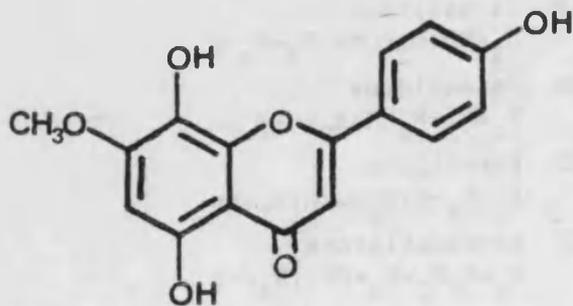
- 24 5,7,3',4'-Tetrahidroxi-6,5'-dimetoxiflavona  
 $R_1=R_3=H; R_2=OH; R_4=OMe$
- 25 5,7,3'-Trihidroxi-6,4',5'-tetrametoxiflavona  
 $R_1=H; R_2=OH; R_3=Me; R_4=OMe$
- 26 6-Metoxitricina  
 $R_1=R_3=H; R_2=R_4=OMe$
- 27 7-O-Metil-6-metoxitricina  
 $R_1=Me; R_2=R_4=OMe; R_3=H$



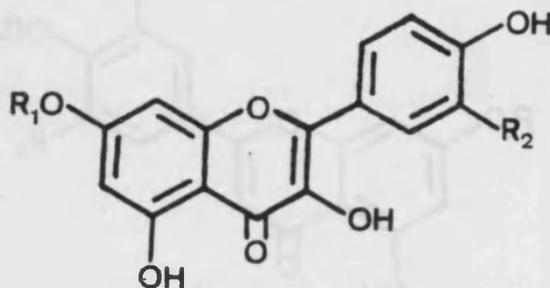
- 28 Sudachitina  
 $R_1=R_3=H; R_2=Me$
- 29 Gardenina D  
 $R_1=R_3=Me; R_2=H$



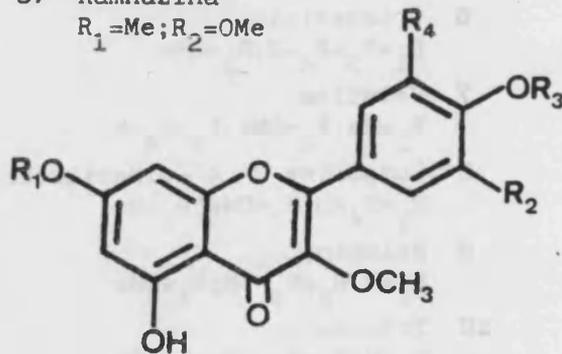
- 30 Arcapillina



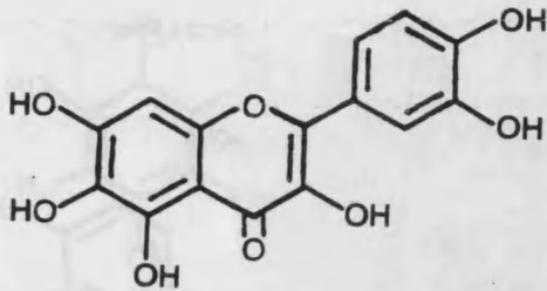
- 31 5,8,4'-Trihidroxi-7-metoxiflavona



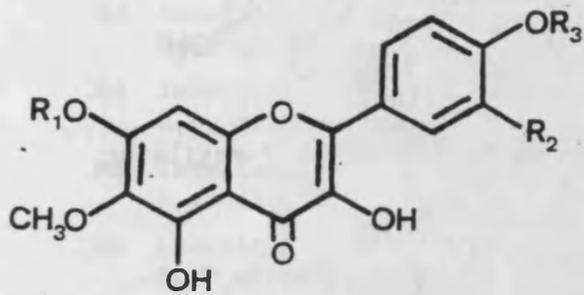
- 32 Kaempferol  
 $R_1=R_2=H$
- 33 Ramnocitrina  
 $R_1=Me; R_2=H$
- 34 Quercetina  
 $R_1=H; R_2=OH$
- 35 Ramnetina  
 $R_1=Me; R_2=OH$
- 36 Isoramnetina  
 $R_1=H; R_2=OMe$
- 37 Ramnazina  
 $R_1=Me; R_2=OMe$



- 38 Isokaempferide  
 $R_1=R_2=R_3=R_4=H$
- 39 Kaempferol 3,7,4'-trimetiléter  
 $R_1=R_3=Me; R_2=R_4=H$
- 40 Quercetina 3-metiléter  
 $R_1=R_3=R_4=H; R_2=OH$
- 41 Quercetina 3,4'-dimetiléter  
 $R_1=R_4=H; R_2=OH; R_3=Me$
- 42 Ayanina  
 $R_1=R_3=Me; R_2=OH; R_4=H$
- 43 Miricetina 3,5'-dimetiléter  
 $R_1=R_3=H; R_2=OH; R_4=OMe$



44 Quercetagetina



45 6-Metoxikaempferol  
 $R_1=R_2=R_3=H$

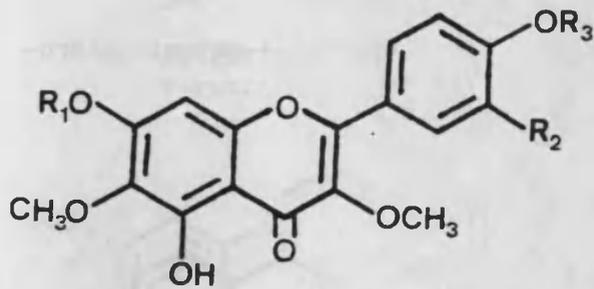
46 Eupatilina  
 $R_1=Me; R_2=R_3=H$

47 Eupatolitina  
 $R_1=Me; R_2=OH; R_3=H$

48 Espinacetina  
 $R_1=R_3=H; R_2=OMe$

49 Eupatina  
 $R_1=R_3=Me; R_2=OH$

50 Quercetagetina 6,7,3',4'-  
 tetrametiléter  
 $R_1=R_3=Me; R_2=OMe$



51 6-Metoxikaempferol-3-  
 metiléter  
 $R_1=R_2=R_3=H$

52 Penduletina  
 $R_1=Me; R_2=R_3=H$

53 Santina  
 $R_1=R_2=H; R_3=Me$

54 6-Metoxikaempferol-3,7,4'-  
 trimetiléter  
 $R_1=R_3=Me; R_2=H$

55 Axillarina  
 $R_1=R_3=H; R_2=OH$

56 Jaceidina  
 $R_1=R_3=H; R_2=OMe$

57 Crisosplenol D  
 $R_1=Me; R_2=OH; R_3=H$

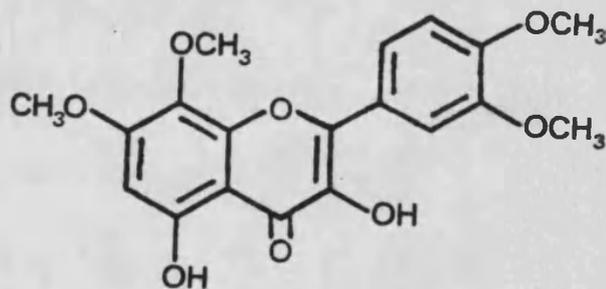
58 Centaureidina  
 $R_1=H; R_2=OH; R_3=Me$

59 Bonanzina  
 $R_1=H; R_2=OMe; R_3=Me$

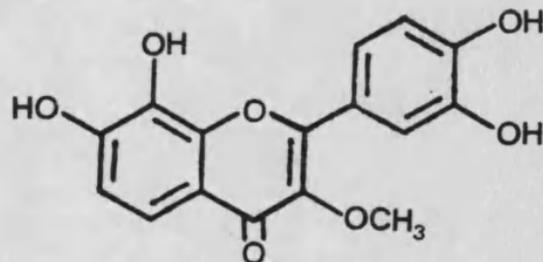
60 Casticina  
 $R_1=R_3=Me; R_2=OH$

61 Crisosplenetina  
 $R_1=Me; R_2=OMe; R_3=H$

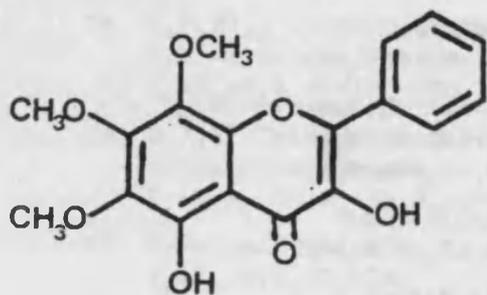
62 Artemetina  
 $R_1=R_3=Me; R_2=OMe$



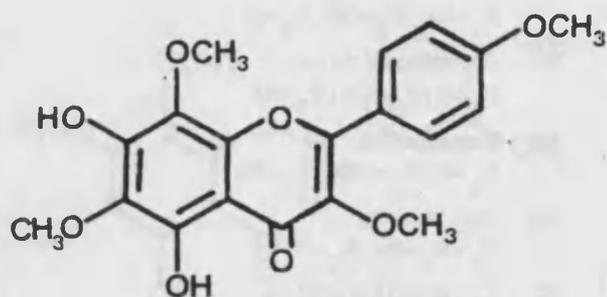
63 Gossipetina 7,8,3',4'-  
 tetrametiléter



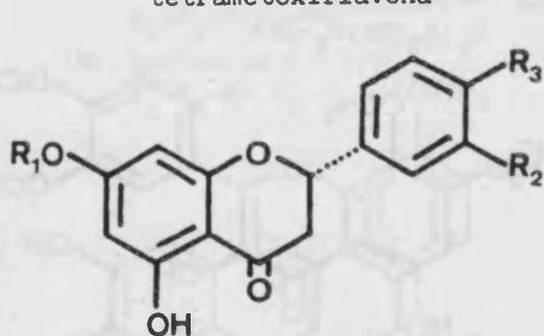
64 Transilitina



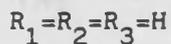
65 3,5-Dihidroxi-6,7,8-trimetoxiflavona



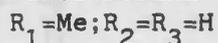
66 5,7-Dihidroxi-3,6,8,4'-tetrametoxiflavona



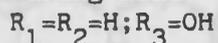
67 Pinocembrina



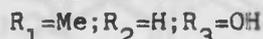
68 Pinostrobrina



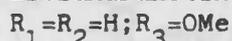
69 Naringenina



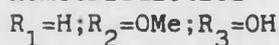
70 Sakuranetina



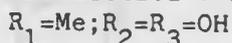
71 Isosakuranetina



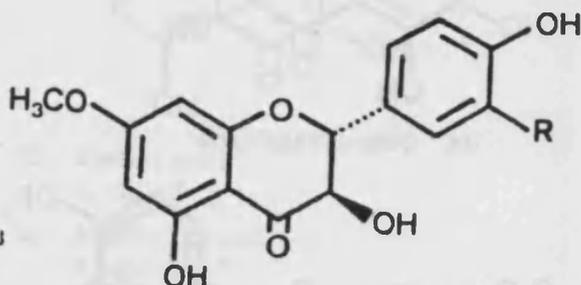
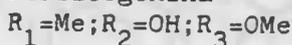
72 Homoeriodictiol



73 Eriodictiol 7-metiléter



74 Persicogenina



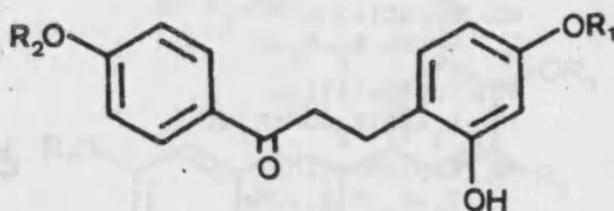
75 Aromadendrina 7-metiléter



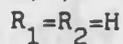
76 Palmatina



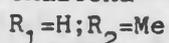
77 Dihidroquercetina 7,3'-dimetiléter



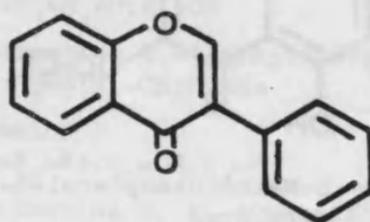
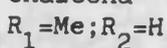
78 2,4,4'-Trihidroxidihidrochalcona



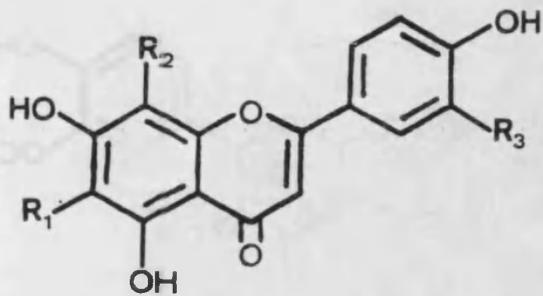
79 2,4-Dihidroxi-4'-metoxidihidrochalcona



80 2,4'-Dihidroxi-4-metoxidihidrochalcona



81 Isoflavona



82 Vicenina 2

$R_1=R_2=\beta\text{-glucosa}; R_3=H$

83 Schaftósido

$R_1=\beta\text{-glucosa}; R_2=\alpha\text{-arabinosa}; R_3=H$

84 Isoschaftósido

$R_1=\alpha\text{-arabinosa}; R_2=\beta\text{-glucosa}; R_3=H$

85 Isovitexina

$R_1=\beta\text{-glucosa}; R_2=R_3=H$

86 Lucenina 2

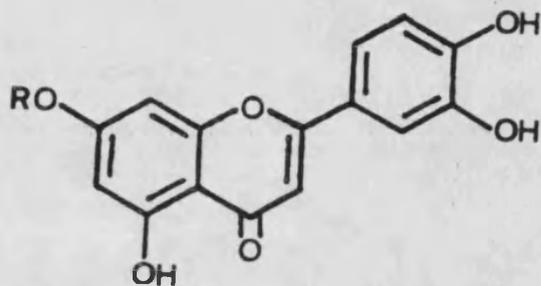
$R_1=R_2=\beta\text{-glucosa}; R_3=OH$

87 Apigenina 6-C- $\alpha$ -glucósido-8-C- $\beta$ -glucósido

$R_1=\alpha\text{-glucosa}; R_2=\beta\text{-glucosa}; R_3=H$

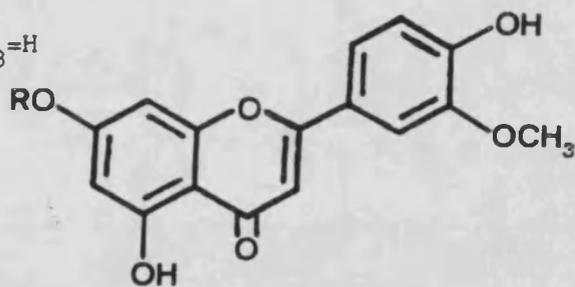
88 Apigenina 6-C- $\beta$ -glucósido-8-C- $\alpha$ -glucósido

$R_1=\beta\text{-glucosa}; R_2=\alpha\text{-glucosa}; R_3=H$



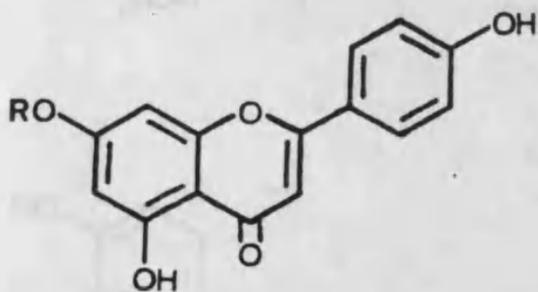
92 Luteolina 7-O-glucósido

R=glucosa



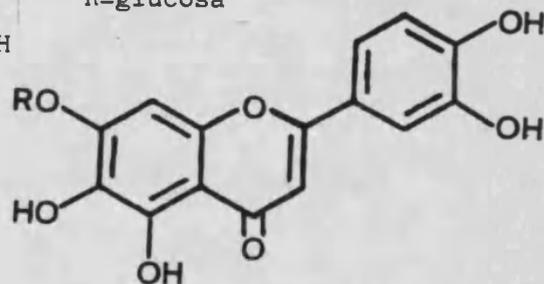
93 Crisoeriol 7-O-glucósido

R=glucosa



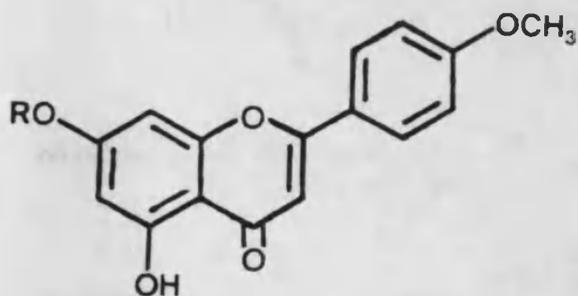
89 Apigenina 7-O-rutinósido

R=rutinosa



94 6-Hidroxiluteolina-7-O-glucósido

R=glucosa

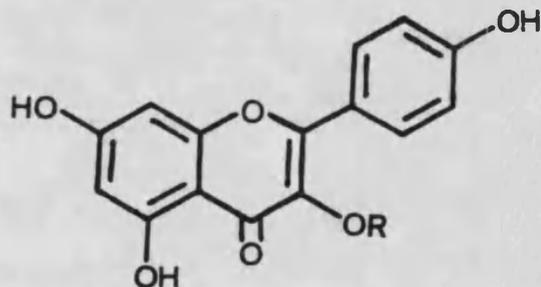


90 Acacetina 7-O-glucósido

R=glucosa

91 Acacetina 7-O-rutinósido

R=rutinosa



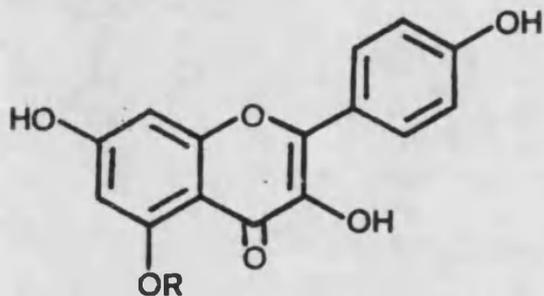
3-O-Glicósidos de Kaempferol

95 R= $\beta$ -D-glucosa

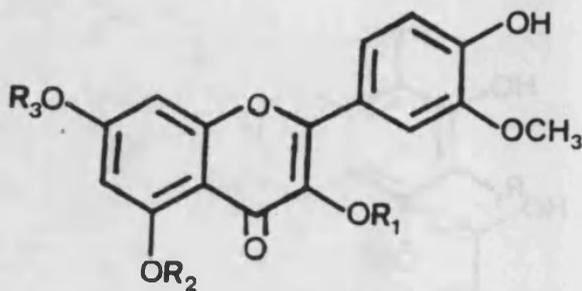
96 R= $\beta$ -L-ramnopiranosil(1-6) $\beta$ -D-glucopiranosido

97 R=rutinósido

98 R=glucogalactósido

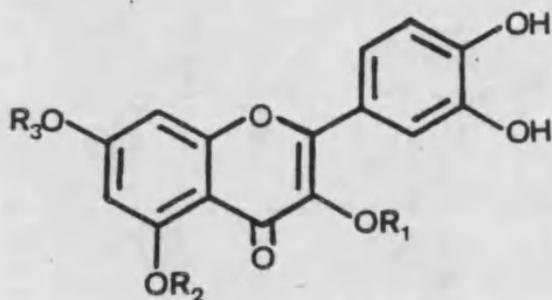


99 Kaempferol 5-glucósido  
R=glucosa



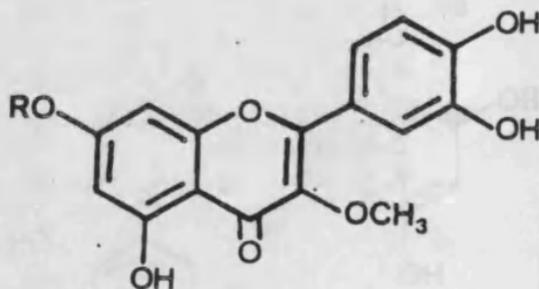
Glicósidos de Isoramnetina

- 110  $R_1$ =glucosa;  $R_2=R_3$ =H  
 111 Cacticina  
 $R_1$ =galactosa;  $R_2=R_3$ =H  
 112  $R_1$ =rutinosa;  $R_2=R_3$ =H  
 113  $R_1=R_3$ =H;  $R_2$ =glucosa  
 114  $R_1=R_2$ =H;  $R_3$ = $\alpha$ -galactosa-p-hidroxibenzoato

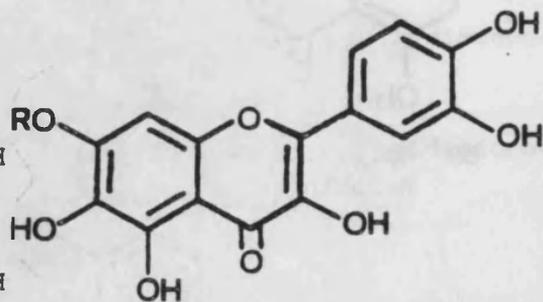


Glicósidos de Quercetina

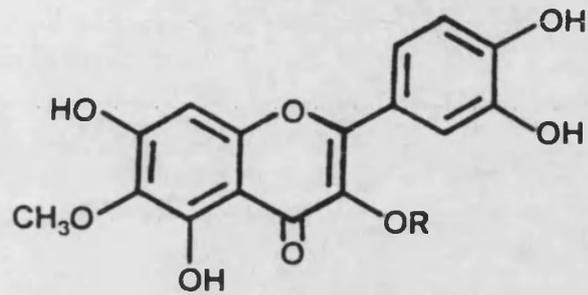
- 100 Isoquercitrina  
 $R_1$ =glucosa;  $R_2=R_3$ =H  
 101 Hiperina  
 $R_1$ =galactosa;  $R_2=R_3$ =H  
 102 Rutina  
 $R_1$ =rutinosa;  $R_2=R_3$ =H  
 103 Bioquercetina  
 $R_1$ =ramnosilgalactosa;  $R_2=R_3$ =H  
 104  $R_1$ = $\beta$ -L-ramnopiranosil(1-6) $\beta$ -D-galactofuranósido;  $R_2=R_3$ =H  
 105  $R_1$ = $\beta$ -L-ramnopiranosil(1-6) $\beta$ -D-glucofuranósido;  $R_2=R_3$ =H  
 106  $R_1$ =glucosilgalactósido;  $R_2=R_3$ =H  
 107  $R_1=R_3$ =H;  $R_2$ =glucosa  
 108  $R_1$ =rutinosa;  $R_2$ =H;  $R_3$ =galactosa  
 109  $R_1$ =rutinosa;  $R_2$ =H;  $R_3$ =galactosilgalactosa



115 Transilina  
R=glucosa



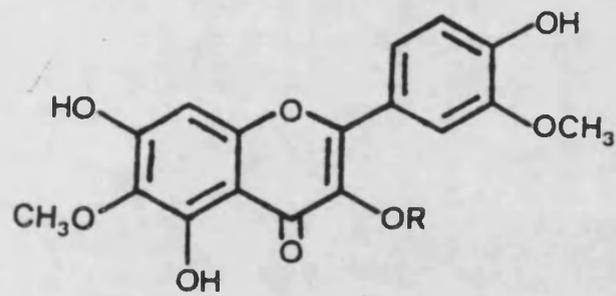
116 Quercetagetina 7-O-glucósido  
R=glucosa



Glicósidos de Patuletina

117 R=glucosa

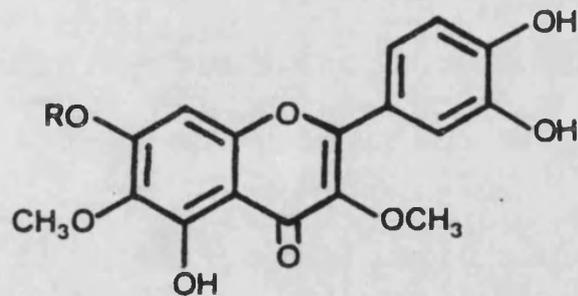
118 R=rutinosa



Glicósidos de Espinacetina

119 R=glucosa

120 R=rutinosa



121 Axillarósido  
R=glucosa

3	acacetina
90	acacetina 7-glucósido
91	acacetina 7-rutinósido
1	apigenina
87	apigenina 6-C- $\alpha$ -glucósido-8-C- $\beta$ - glucósido
88	apigenina-6-C- $\beta$ -glucósido-8-C- $\alpha$ - glucósido
4	apigenina 7,4'-dimetil éter
89	apigenina 7-rutinósido
30	arcapillina
12	arcapillina, -iso-
75	aromadendrina 7-metil éter
22	arteanoflavona
62	artemetina
62	artemisetina (= artemetina)
55	axillarina
121	axillarósido
42	ayanina
103	bioquercetina
59	bonanzina
111	cacticina
60	casticina
58	centaureidina
79	chalcona, 2,4-dihidroxi-4'- metoxidihidro-
80	chalcona, 2,4'-dihidroxi-4- metoxidihidro-
78	chalcona, 2,4,4'-trihidroxidihidro-
92	cinarósido
19	cirsilineol
23	cirsilineol 4'-metil éter
18	cirsiliol
14	cirsimaritina
6	crisoeriol
93	crisoeriol 7-glucósido
61	crisosplenetina
57	crisosplenol D
13	dinatina (= hispidulina)
73	eriodictiol 7-metil éter
48	espinacetina
119	espinacetina 3-glucósido

120 espinacetina 3-rutinósido  
17 eupafolina  
46 eupalitina  
21 eupatilina  
49 eupatina  
47 eupatolitina  
65 flavona, 3,5-dihidroxi-6,7,8-  
trimetoxi-  
66 flavona, 5,7-dihidroxi-3,6,8,4'-  
tetrametoxi-  
25 flavona, 5,7,3'-trihidroxi-6,4',5'-  
tetrametoxi-  
31 flavona, 5,8,4'-trihidroxi-7-  
metoxi-  
81 flavona, iso-  
24 flavona, 5,7,3',4'-tetrahidroxi-  
6,5'-dimetoxi-  
29 gardenina D  
2 genkwanina  
63 gossipetina 7,8,3',4'-tetrametil  
éter  
101 hiperina  
13 hispidulina  
72 homoeriodictiol  
12 isocarpillina  
81 isoflavona  
38 isokaempferide  
100 isoquercitrina  
36 isoramnetina  
111 isoramnetina 3-galactósido  
110 isoramnetina 3-glucósido  
112 isoramnetina 3-rutinósido  
113 isoramnetina 5-glucósido  
114 isoramnetina 7- $\alpha$ -galactósido-p-  
hidroxibenzoato  
71 isosakuranetina  
84 isoschaftósido  
85 isovitexina  
56 jaceidina  
20 jaceosidina  
38 kaempferide, iso-  
32 kaempferol

45 kaempferol, 6-metoxi-  
51 kaempferol 3-metil éter, 6-metoxi-  
39 kaempferol 3,7,4'-trimetil éter  
54 kaempferol 3,7,4'-trimetil éter, 6-  
metoxi-  
98 kaempferol 3-glucogalactósido  
95 kaempferol 3- $\beta$ -D-glucopiranosido  
96 kaempferol 3- $\beta$ -L-ramnopiranosil  
(1 $\rightarrow$ 6)  $\beta$ -D-glucopiranosido  
97 kaempferol 3-rutinósido  
99 kaempferol 5-glucósido  
86 lucenina 2  
5 luteolina  
11 luteolina, 6-hidroxi-  
92 luteolina 7-glucósido (= cina-  
rósido)  
94 luteolina 7-glucósido, 6-hidroxi-  
8 luteolina 3',4'-dimetil éter  
43 miricetina 3,5'-dimetil éter  
69 naringenina  
76 palmatina  
117 patuletina 3-glucósido  
118 patuletina 3-rutinósido  
15 pectolinaringenina  
52 penduletina  
74 persicogenina  
67 pinocembrina  
68 pinostrobina  
44 quercetagetina  
50 quercetagetina 6,7,3',4'-tetrametil  
éter  
116 quercetagetina 7-glucósido  
34 quercetina  
40 quercetina 3-metil éter  
41 quercetina 3,4'-dimetil éter  
77 quercetina 7,3'-dimetil éter,  
dihidro-  
101 quercetina 3-galactósido  
100 quercetina 3-glucósido  
106 quercetina 3-glucogalactósido  
103 quercetina 3-ramnogalactósido  
102 quercetina 3-rutinósido

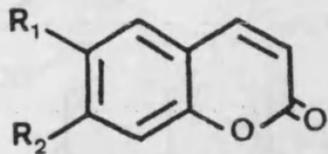
104 quercetina 3- $\beta$ -L-ramnopiranosil  
(1 $\rightarrow$ 6)  $\beta$ -D-galactofuranósido  
105 quercetina 3- $\beta$ -L-ramnopiranosil  
(1 $\rightarrow$ 6)  $\beta$ -D-glucofuranósido  
107 quercetina 5-glucósido  
108 quercetina 3-rutinósido-7-  
galactósido  
109 quercetina 3-rutinósido-7-  
digalactósido  
37 ramnazina  
35 ramnetina  
36 ramnetina, iso-  
33 ramnocitrina  
102 rutina  
70 sakuranetina  
71 sakuranetina, iso-  
16 salvigenina  
53 santina  
83 schaftósido  
84 schaftósido, iso-  
9 selagina  
28 sudachitina  
115 transilina  
64 transilitina  
10 tricina  
26 tricina, 6-metoxi-  
27 tricina 7-metiléter, 6-metoxi  
7 velutina  
82 vicenina 2  
85 vitexina, iso-



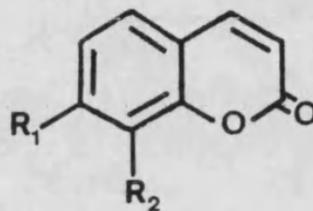
## Apéndice 5

Cumarinas aisladas de Artemisia:  
estructuras y lista alfabética  
de nombres comunes.

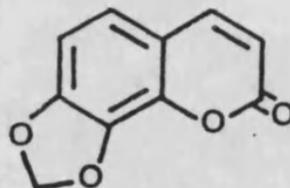




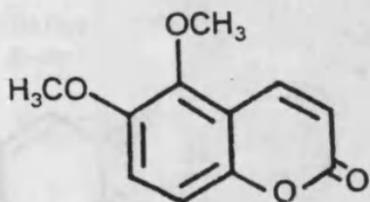
- 1 Cumarina  
 $R_1=R_2=H$
- 2 Umbelliferona  
 $R_1=H; R_2=OH$
- 3 Herniarina  
 $R_1=H; R_2=OMe$
- 4 Esculetina  
 $R_1=R_2=OH$
- 5 Isoescopoletina  
 $R_1=OH; R_2=OMe$
- 6 Escopoletina  
 $R_1=OMe; R_2=OH$
- 7 Escoparona  
 $R_1=R_2=OMe$



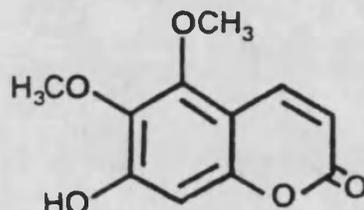
- 10 Dafnetina  
 $R_1=R_2=OH$
- 11 8-O-Metildafnetina  
 $R_1=OH; R_2=OMe$
- 12 7-O-Metildafnetina  
 $R_1=OMe; R_2=OH$
- 13 Di-O-metildafnetina  
 $R_1=R_2=OMe$



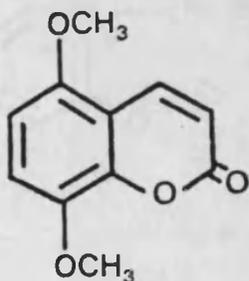
- 14 Dafnetina metiléneter



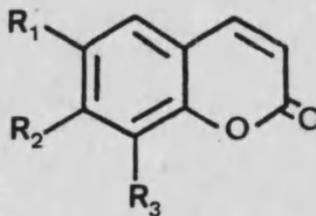
- 8 5,6-Dimetoxicumarina



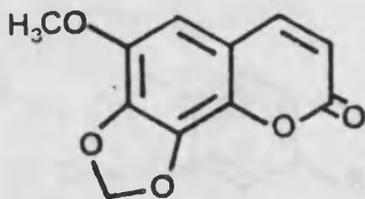
- 15 Arscotina



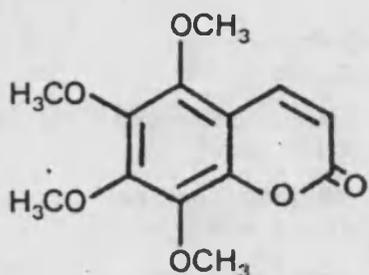
- 9 5,8-Dimetoxicumarina



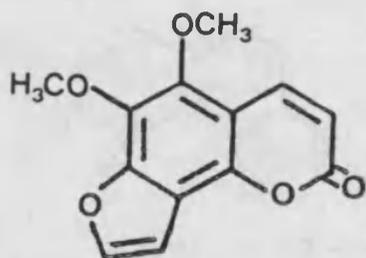
- 16 Isofraxidina  
 $R_1=R_3=OMe; R_2=OH$
- 17 Fraxidina  
 $R_1=R_2=OMe; R_3=OH$
- 18 Di-O-metilfraxetina  
 $R_1=R_2=R_3=OMe$



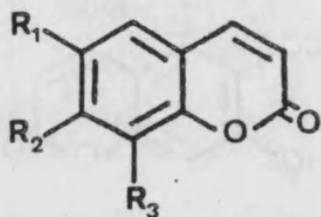
19 Dracunculina



20 Artemina



21 Pimpinellina



22 Eskimmina

$R_1=R_3=H; R_2=O-\beta-D\text{-glucosa}$

23 Cichoriina

$R_1=OH; R_2=O-\beta-D\text{-glucosa}; R_3=H$

24 Escopolina

$R_1=OMe; R_2=O-\beta-D\text{-glucosa}; R_3=H$

25 Esculina

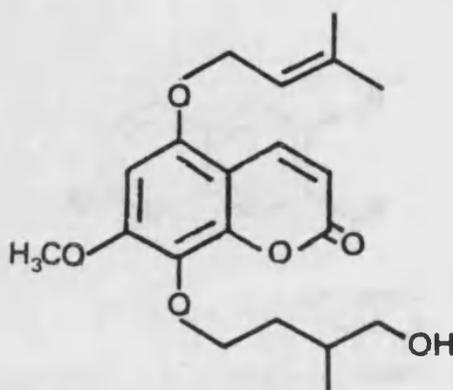
$R_1=O-\beta-D\text{-glucosa}; R_2=OH; R_3=H$

26 Magnoliósido

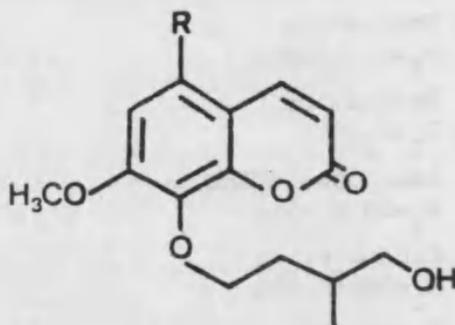
$R_1=O-\beta-D\text{-glucosa}; R_2=OMe; R_3=H$

27 Calicantósido

$R_1=R_3=OMe; R_2=O-\beta-D\text{-glucosa}$



28 Prenillacarol



29 Desoxilacarol

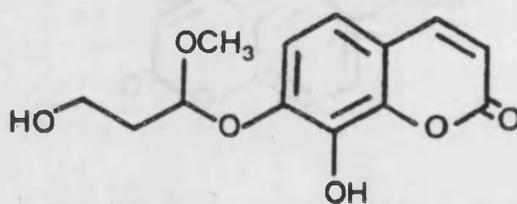
$R=H$

30 Lacarol

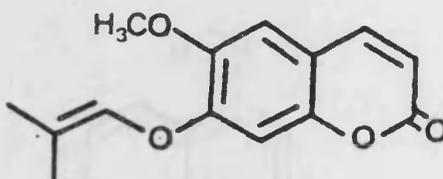
$R=OH$

31 Metillacarol

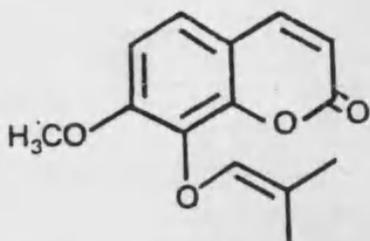
$R=OMe$



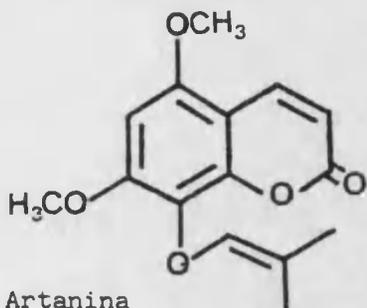
32 Armina



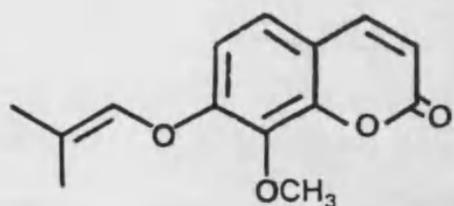
33 Escopoletina-7-O- $\gamma, \gamma$ -dimetilalilo



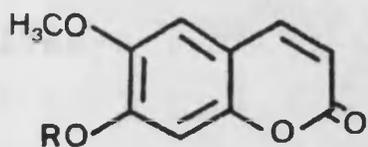
34 Dafnetina-7-metil-8(3,3-dimetilalil)éter



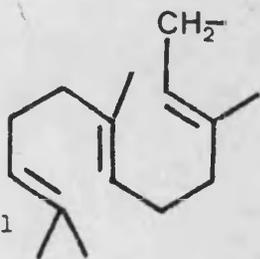
35 Artanina



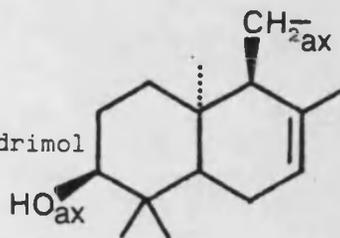
36 Dafnetina-7(3,3-dimetilalil)-8-metiléter



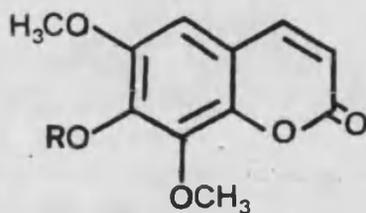
Sesquiterpén-escopoletín éteres



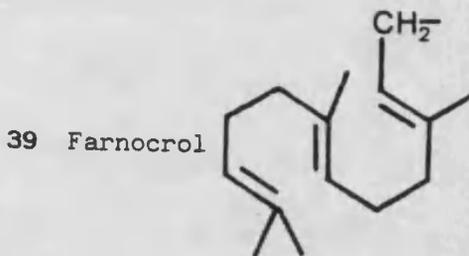
37 Escopofarnol



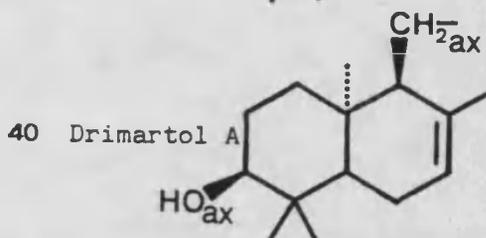
38 Escopodrimol



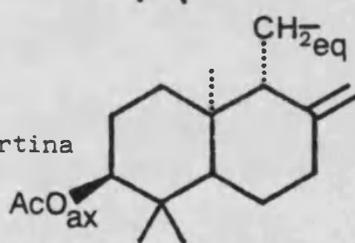
Sesquiterpén-isofraxidin éteres



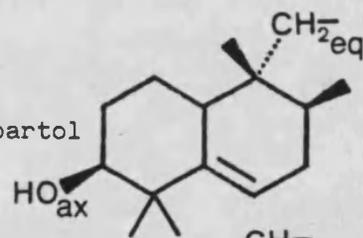
39 Farnocrol



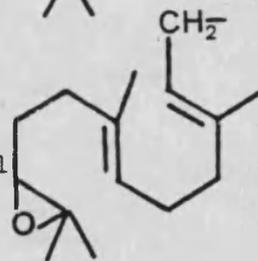
40 Drimartol A



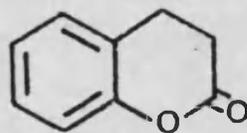
41 Albartina



42 Tripartol



43 Epoxifarnocrol



44 Dihidrocumarina

41 albartina  
32 armina  
15 arscotina  
35 artanina  
20 artelina  
27 calicantósido  
23 cichoriina  
1 cumarina  
44 cumarina, dihidro-  
8 cumarina, 5,6-dimetoxi-  
9 cumarina, 5,8-dimetoxi-  
7 escoparona  
38 escopodrimol  
37 escopofarnol  
6 escopoletina  
5 escopoletina, iso-  
33 escopoletina 7-O- $\gamma$ , $\gamma$ -dimetilalilo  
24 escopolina  
4 esculetina  
25 esculina  
22 eskimmina  
10 dafnetina  
12 dafnetina, 7-O-metil-  
11 dafnetina, 8-O-metil-  
13 dafnetina, di-O-metil-  
14 dafnetina metilèn éter  
34 dafnetina 7-metil-8(3,3-dimetilalil)  
éter  
36 dafnetina 7(3,3-dimetilalil)-8-metil  
éter  
19 dracunculina  
40 drimartol A  
39 farnocrol  
43 farnocrol, epoxi-  
18 fraxetina, di-O-metil-  
17 fraxidina  
16 fraxidina, iso-  
3 herniarina  
30 lacarol  
29 lacarol, desoxi-  
28 lacarol, prenil-  
31 lacarol, metil-  
26 magnoliósido  
21 pimpinellina  
42 tripartol  
2 umbeliferona

## **Apéndice 6**

Clave explicativa de las técnicas  
utilizadas de separación cromatográfica.



CCP Cromatografía de columna con soporte de poliamida (Macherey & Nagel, SC 6).

- (a) columna de 60x4 cm, eluyente agua+metanol.
- (b) columna de 40x2 cm, eluyente tolueno:hexano:butanona: metanol (80:36:7:7).
- (c) columna de 40x2 cm, eluyente tolueno+metanol.
- (d) columna de 50x7 cm, eluyente agua+metanol.
- (e) columna de 60x4 cm, eluyente tolueno:metanol:butanona (3:1:1).
- (f) columna de 40x3 cm, eluyente tolueno:metanol:butanona:2,4-pentandiona (6:2:2:1).
- (g) columna de 50x7 cm, eluyente tolueno+metanol.
- (h) columna de 40x3 cm, eluyente tolueno:metanol:butanona (7:1:1).
- (i) columna de 40x3 cm, eluyente tolueno:metanol:butanona (5:1:1).

CCS Cromatografía de columna con soporte de gel de sílice (Merck, 7734, 70-230 mesh ASTM).

- (a) columna de 40x1 cm, eluyente hexano+acetato de etilo.
- (b) columna de 40x1 cm, eluyente éter dietílico.
- (c) columna de 60x4 cm, eluyente cloroformo:metanol (4:1).
- (d) columna de 60x4 cm, eluyente hexano+éter dietílico.
- (e) columna de 40x1 cm, eluyente diclorometano:etanol (200:3).
- (f) columna de 40x3 cm, eluyente cloroformo+acetato de etilo.

CP Cromatografía de papel (Macherey & Nagel MN 216).

(a) eluyente ácido acético 15% acuoso.

(b) eluyente t-butanol:ácido acético:agua (3:1:1).

CFS Cromatografía de capa fina preparativa en gel de sílice (Merck, 7748).

(a) eluyente éter dietílico.

(b) eluyente mezclas tolueno:éter dietílico.

LH20 Cromatografía de columna con soporte de Sephadex LH-20 (Pharmacia). Tamaño de columna 100x2 cm. Elución con metanol.

HPLC Cromatografía líquida de alta presión.

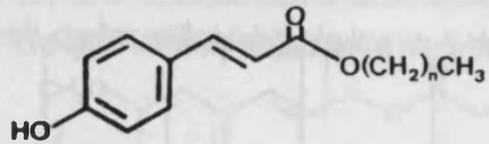
La mezcla de lactonas de Artemisia assoana (370 mg) se disuelven en 4 mL de acetonitrilo. El equipo de HPLC utilizado fue un LKB (Grafelfing, RFA) con una columna Multisorb RP 18 (2x25 cm, partículas de 10  $\mu$ m). Se inyectaron dosis de 500  $\mu$ L con el siguiente programa de elución:

0 min: 10% B (CH<sub>3</sub>CN) en A (H<sub>2</sub>O).  
45 min: 35% B en A.  
85 min: 35% B en A.  
90 min: 100% B.  
110 min: 100% B.

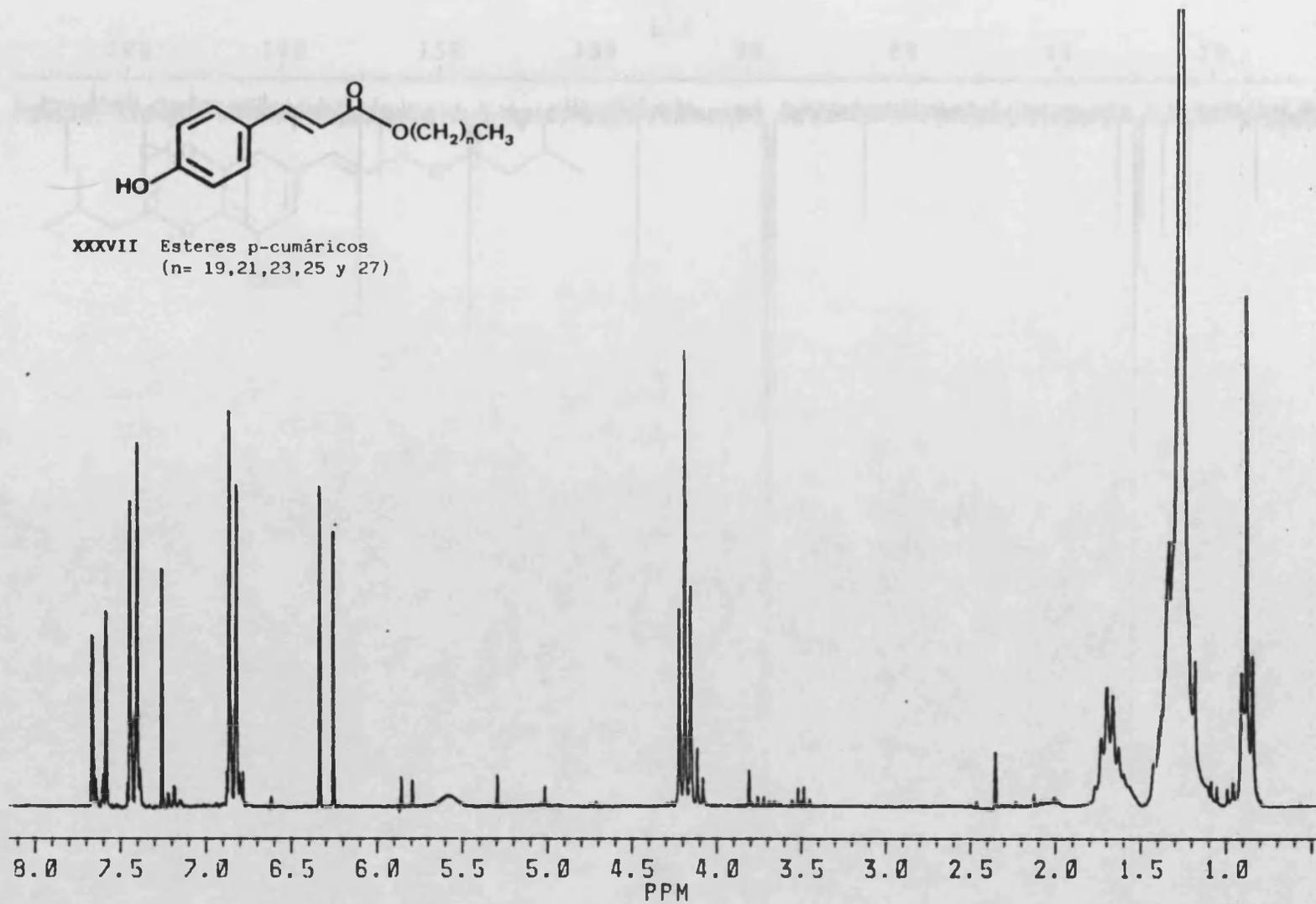
La elución fue detectada a 230 nm. Se recogieron dos compuestos (XLV y XLVI) con tiempos de retención de 87 y 98 min (respectivamente), habiendo realizado un total de 8 inyecciones.

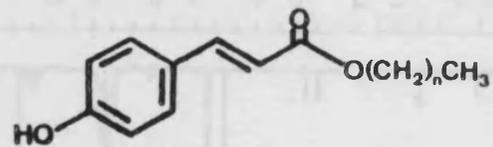
**Apéndice 7**  
Espectros de  $^1\text{H}$  y  $^{13}\text{C}$  RMN de algunos  
compuestos seleccionados.



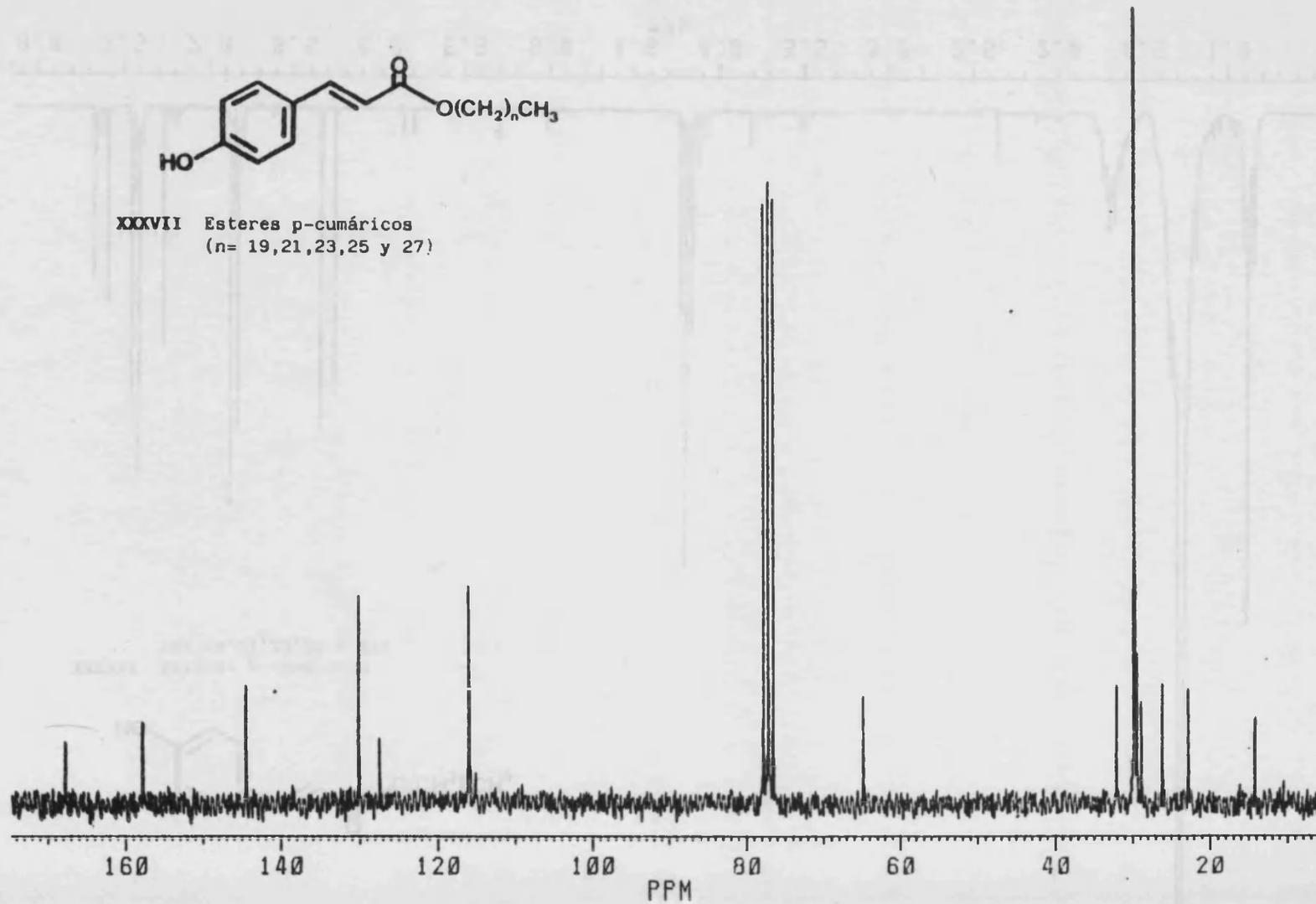


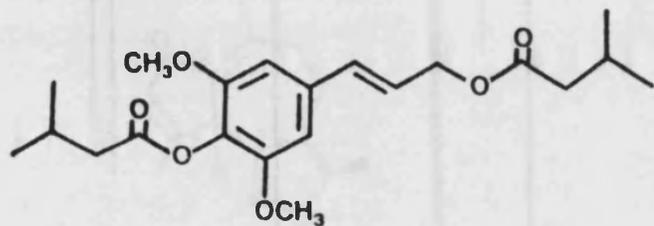
XXXVII Esteres p-cumáricos  
(n= 19,21,23,25 y 27)



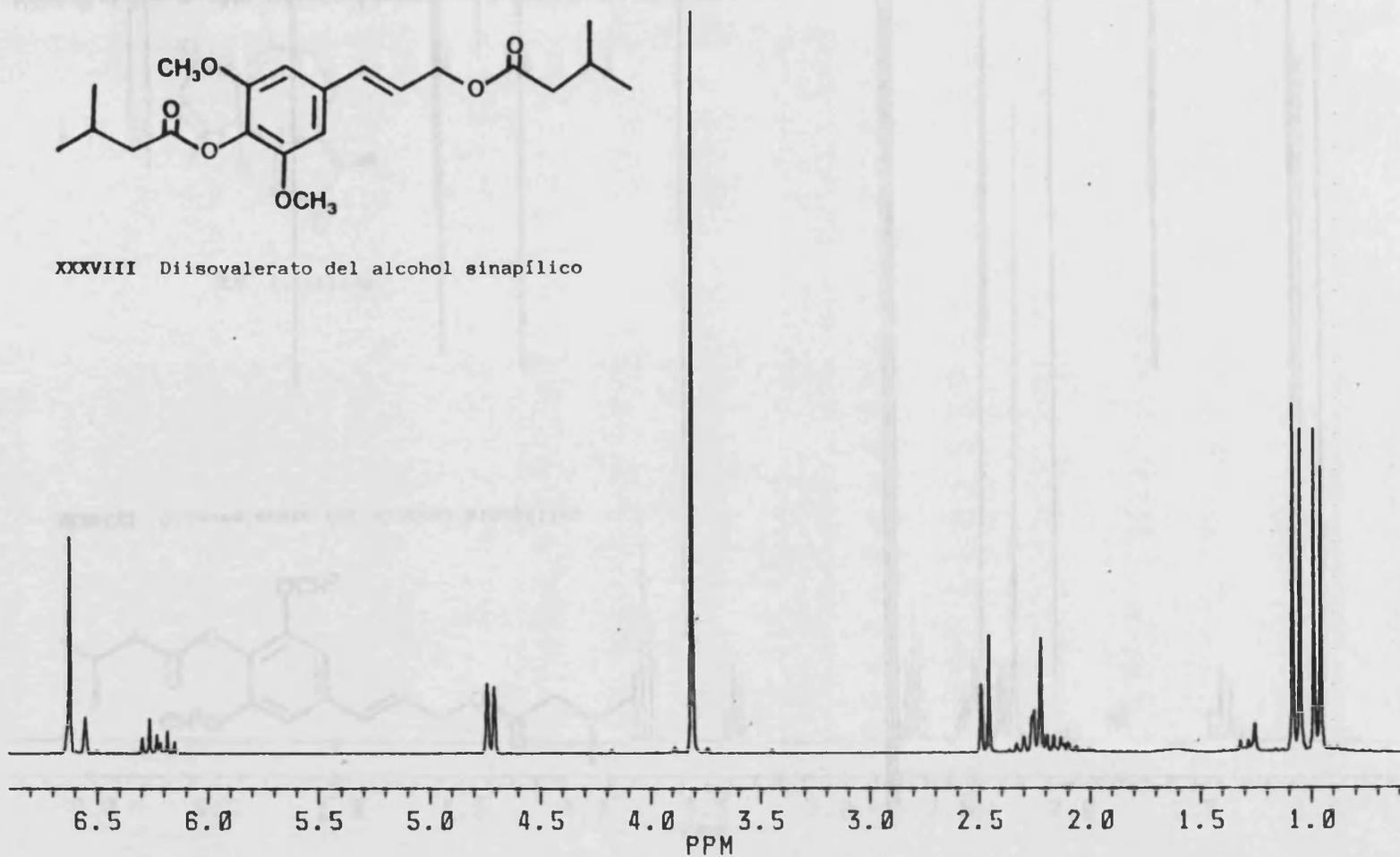


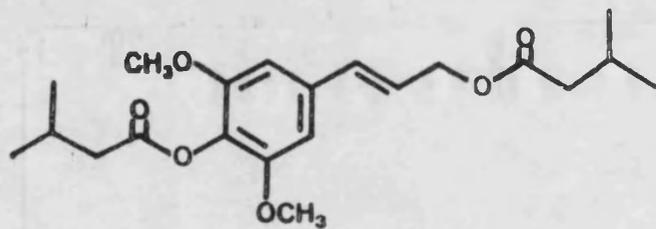
XXXVII Esteres p-cumáricos  
(n= 19,21,23,25 y 27)



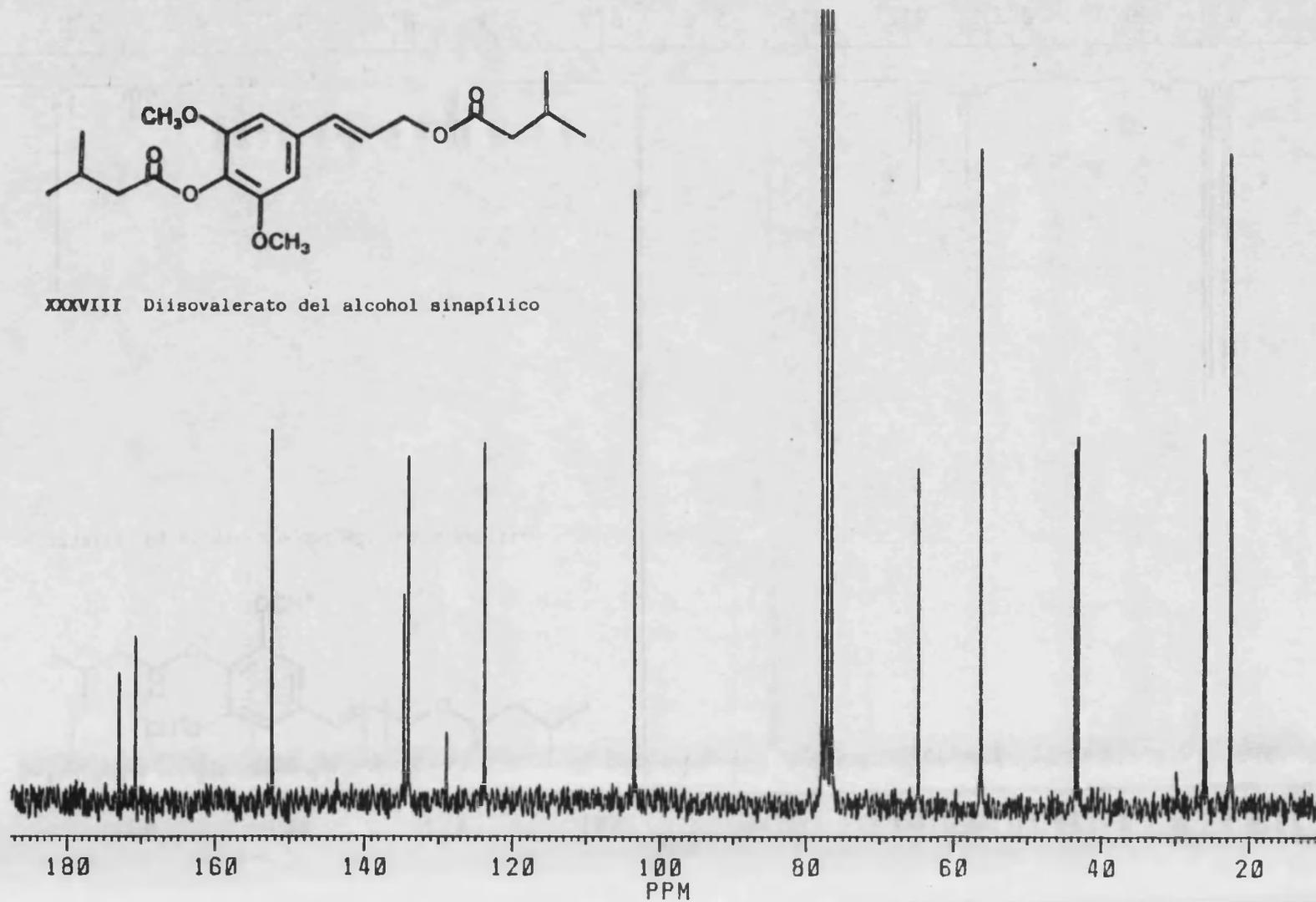


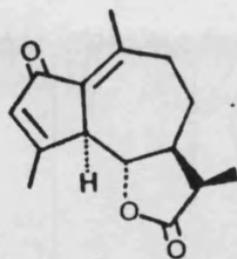
XXXVIII Diisovalerato del alcohol sinapílico



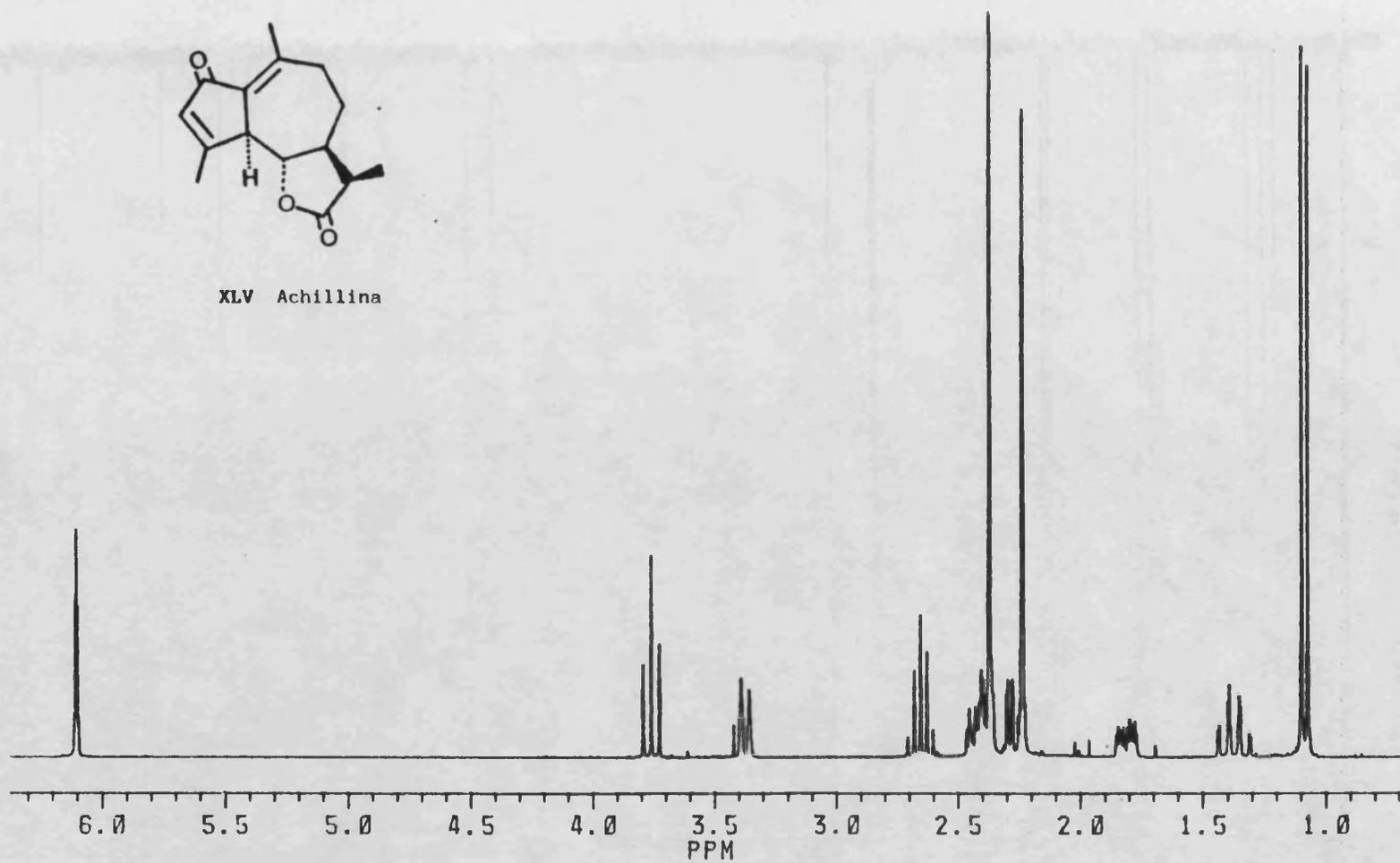


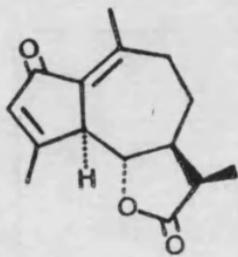
XXXVIII Diisovalerato del alcohol sinapflico



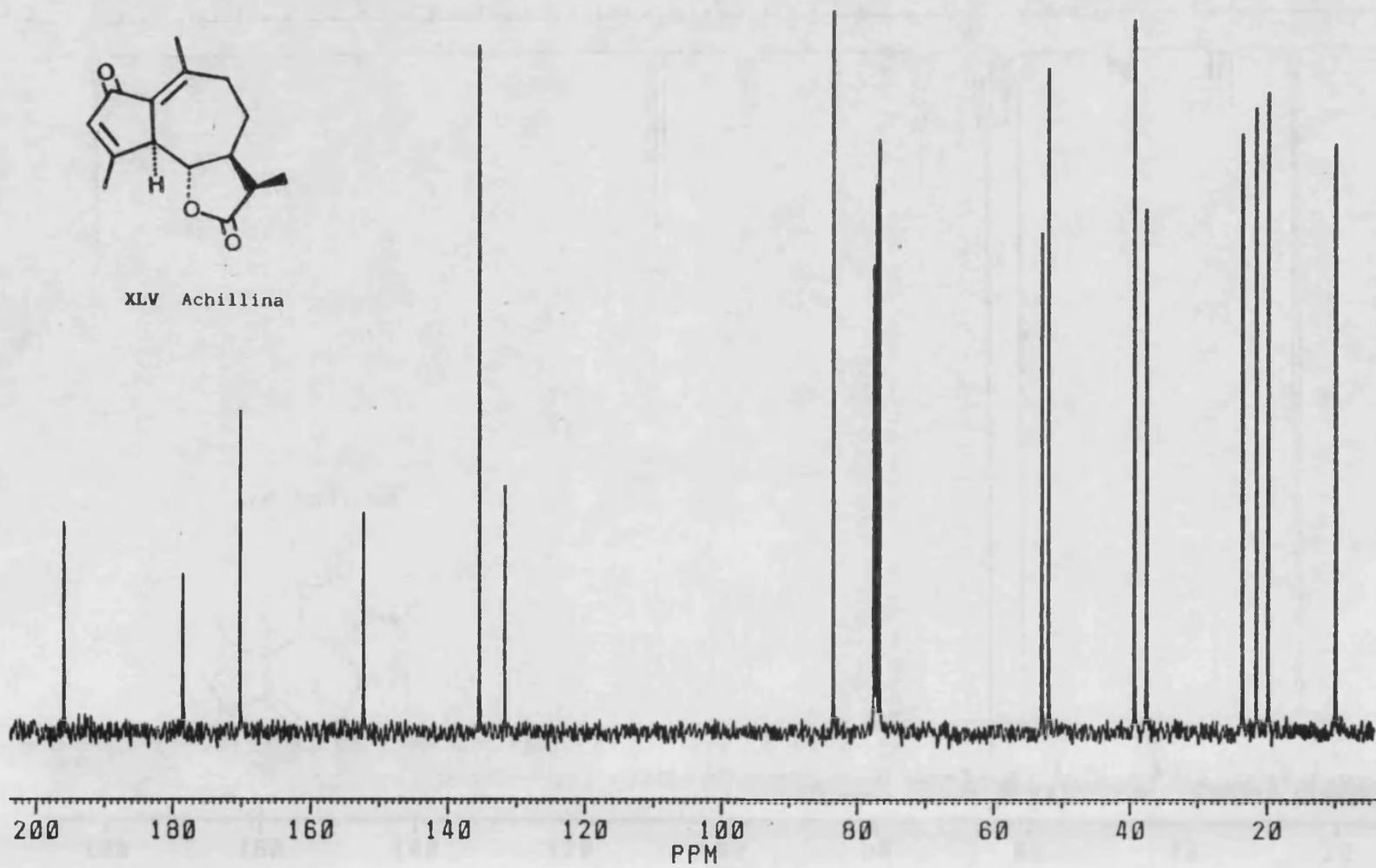


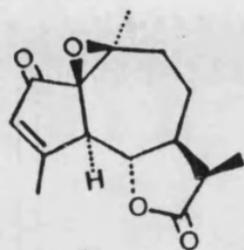
XLV Achillina



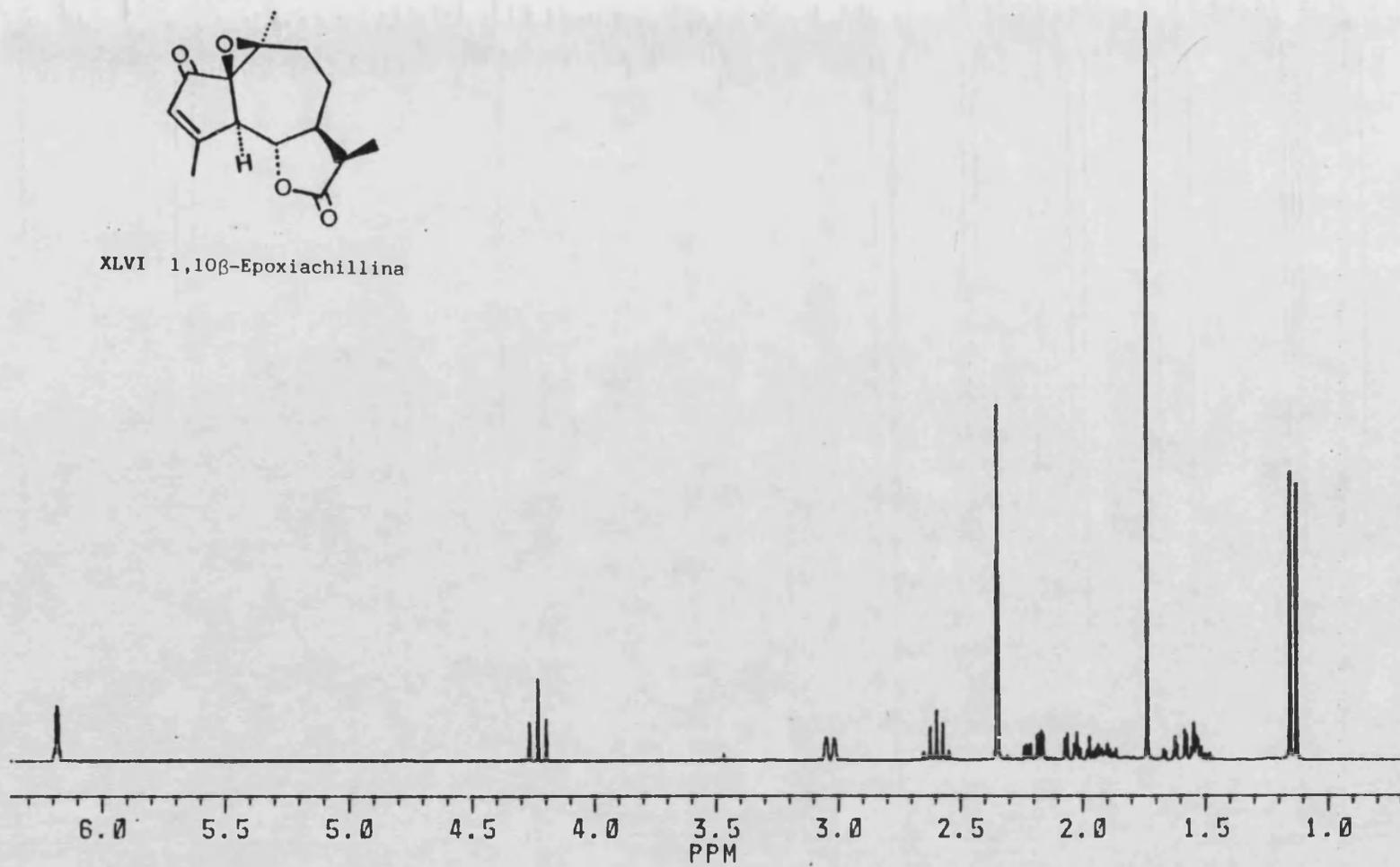


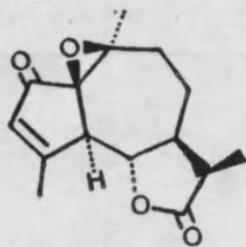
XLV Achillina





XLVI 1,10 $\beta$ -Epoxiachillina





XLVI 1,10 $\beta$ -Epoxiachillina

