



UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA  
Departamento de Química  
Grupo Química Orgánica I

# Estudio Químico de Especies endémicas de la Flora de las Islas Canarias: Aplicaciones Quimiotaxonómicas y Farmacológicas

Para comprender las características de la flora de la Macaronesia es necesario conocer el origen de las islas:

❑ **Islas de carácter volcánico**

En consecuencia la flora de los archipiélagos macaronésicos ha ido llegando a las islas procedente de las zonas continentales más próximas (periodo Terciario) y más recientemente por la actividad humana.

- *Elementos mediterráneos (56 %).*
- *Elementos atlánticos (>1 %).*
- *Elemento saharo-indicos (3 %).*
- *Elementos tropicales (>1 %).*
- *Elementos cosmopolitas (3 %).*
- *Elementos endémicos (37 %).*

# ENDEMISMOS DE LOS ARCHIPIÉLAGOS DE LA MACARONESIA

	Islas Azores	Cabo Verde	Islas Canarias	Madeira	Islas Salvajes
Nº de islas	9	10	7	2	3 (islotes)
Superficie Total (Km <sup>2</sup> )	2.341	2.220	7.496	807	4
Nº Total de especies	843	650	1.860	1.141	92
Número endemismos	44	92	520	120	8

# ENDEMISMOS DE LOS ARCHIPIÉLAGOS DE LA MACARONESIA

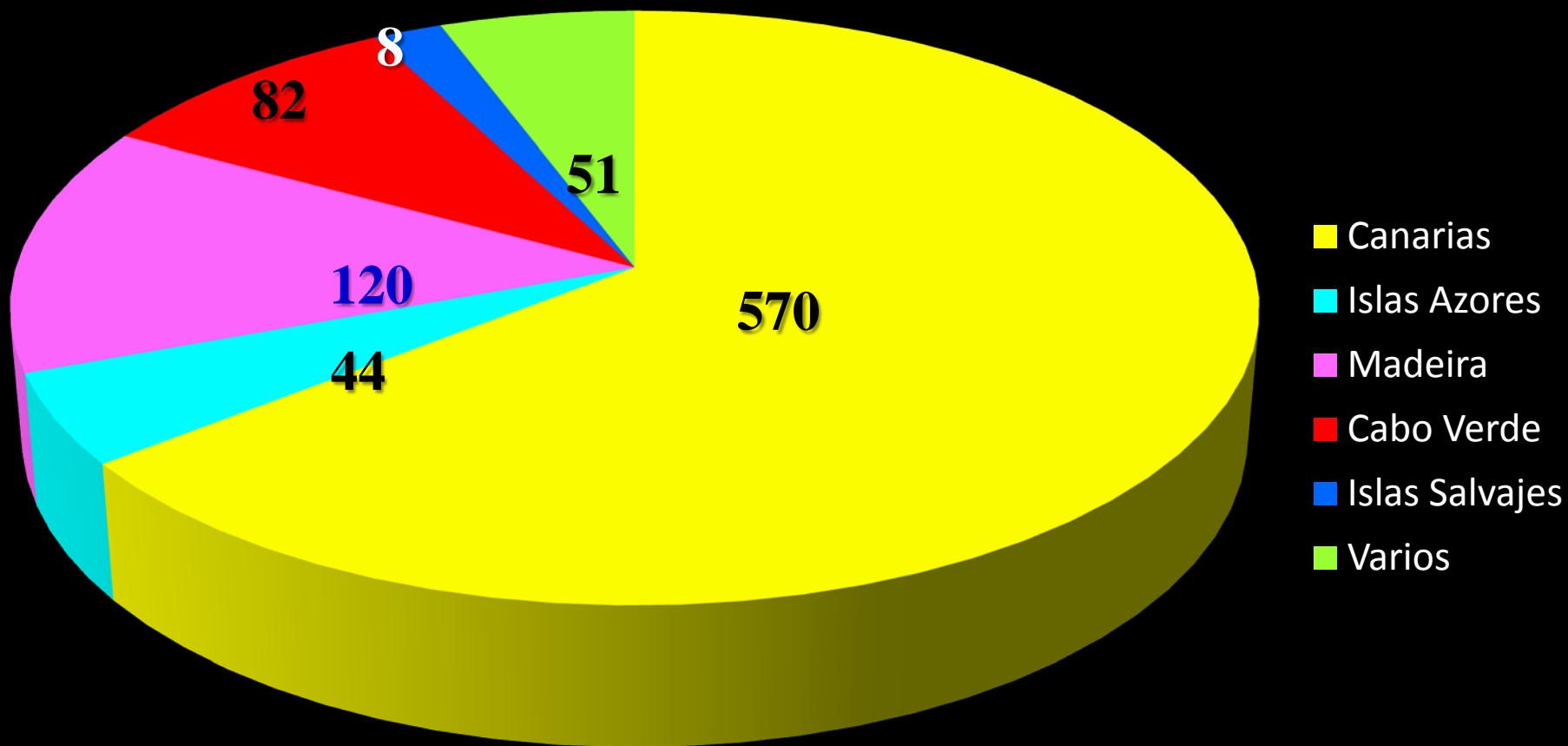
De las 1.300 especies espontáneas de Canarias:

- *570 son exclusivas del archipiélago.*
- *Otros 64 taxa (51 especies, 9 subespecies y 4 variedades son compartidas con el resto de la Macaronesia).*

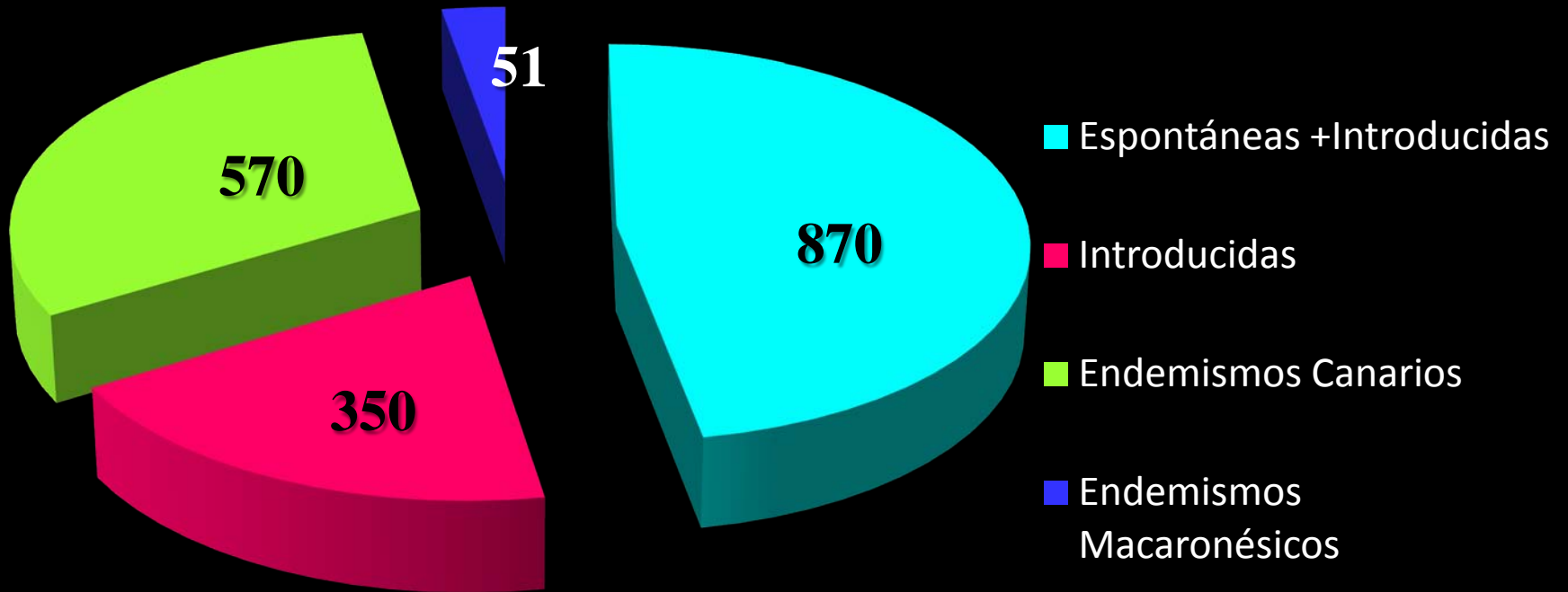
El 70 % de las especies exclusivas de la Macaronesia son canarias.

- *En orden decreciente, la riqueza vegetal se distribuye por las islas: Tenerife, Gran Canaria, La Palma, Gomera, El Hierro, Fuerteventura y Lanzarote.*
- *En las tres últimas hay menos de 20 endemismos insulares en cada una y con muy pocos elementos endémicos.*

# Endemismos Macaronésicos



# FLORA CANARIA



Una flora tan variada ha sido objeto de diferentes estudios taxonómicos que intentan establecer, desde un punto de vista morfológico:

❑ *Relaciones filogenética entre los distintos grupos.*

❑ *Relaciones con sus ancestros continentales.*

Se plantean modelos de evolución:

❑ *Radiación adaptativa.*

❑ *Vicariancia.*

# FENÓMENOS DE EVOLUCIÓN DE LA FLORA: RADICION ADAPTATIVA

Se produce cuando una serie de individuos (población) colonizan diversos nichos ecológicos y:

- *Presenta diversidad genética suficiente (selección natural).*
- *Formación de una clina de las frecuencias genéticas:*
  - *Hojas grandes y verdes → Ambiente sombrío ó boscoso*
  - *Forma arrosetada y tallo corto → Ambiente rupícola*
  - *Hojas pequeñas y pilosas → Condiciones xéricas*

La clina genética se traduce en una clina morfológica observable



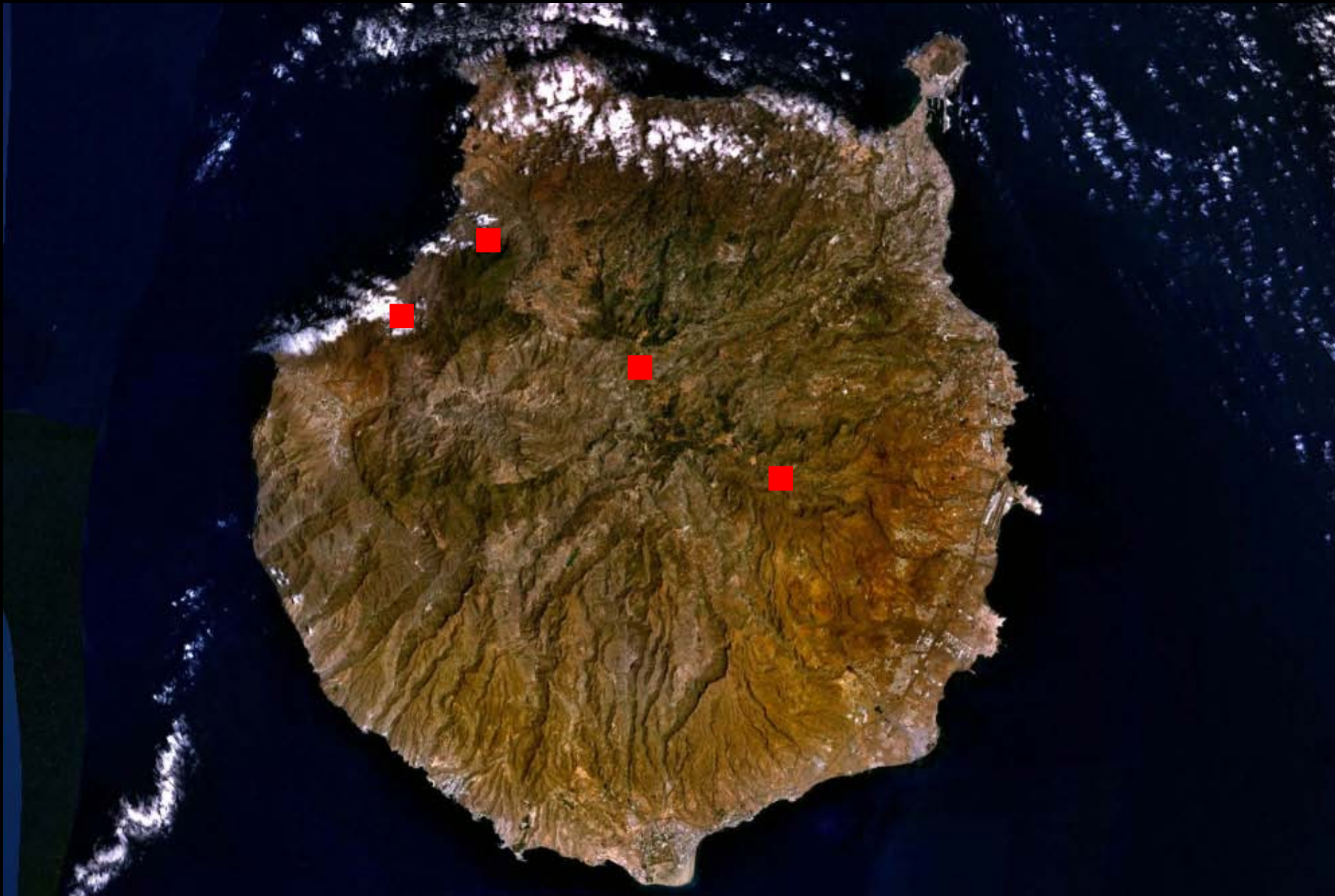
*Tanacetum oshanahaii*  
Riscos de Guayedra (Agua  
LOS MOLINOS)

*Tanacetum ferulaceum* var. *latipinnum*  
Anden Verde (Artenara)

*Tanacetum ferulaceum*  
(Santa Lucia)



# Distribución género *Tanacetum*



## FENÓMENOS DE EVOLUCIÓN DE LA FLORA: VICARIANZA

Son aquellas especies que se originan de nuevo en un sitio diferente, pero a partir de un origen común.

- *Especies vicariantes son aquellas cuyas poblaciones ocupan áreas separadas y son claramente descendientes de un inmediato ancestro común.*
- *El genero Gonospermum experimenta un fuerte diversificación determinada por los distintos hábitats presentes en las islas.*

# *Gonospermum flegianense*

Las Tricias (Puntagorda)

Alojera (La Gomera) Bco. Agul

El Mocanal (El Hierro)

El Pinar (El Hierro)



# Distribución género *Lugoa*

*Lugoa revoluta*  
Roque bodegas (Taganana)



# QUIMIOTAXONOMIA

El establecimiento de relaciones continentales y las especies restringidas a islas oceánicas se ha basado en:

- *Datos morfológicos.*
- *Estudios citológicos.*

Pero en algunos casos estas diferencias morfológicas son de escaso valor.

Se requieren más datos que aporten una mayor información y los datos químicos pueden aportar apoyo a estos procesos.

Un ejemplo lo tenemos en la familia *Anthemideae*.

# QUIMIOTAXONOMIA

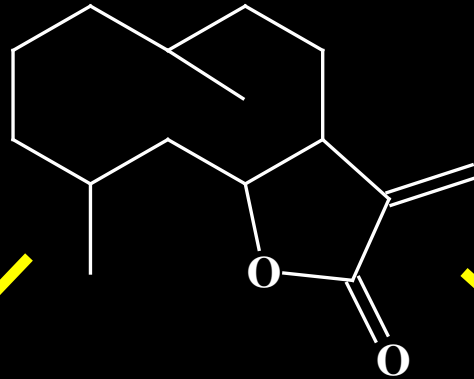
La familia *Asteraceae* en Canarias esta presente con:

- *32 géneros.*
- *8 géneros son endémicos.*

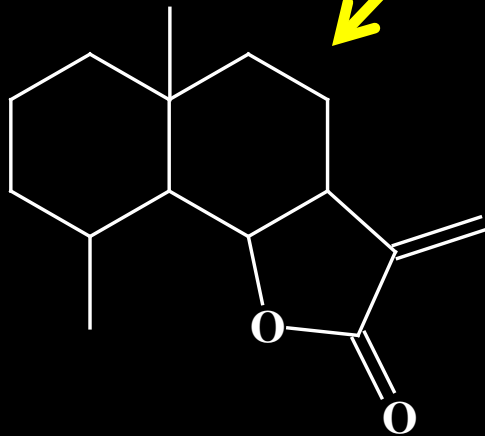
Un estudio químico de 54 especies perteneciente a 16 géneros diferentes pone de manifiesto que los productos que predominan son:

- ❑ *Lactonas sesquiterpénicas.*
- ❑ *Flavonoides.*
- ❑ *Cumarinas.*

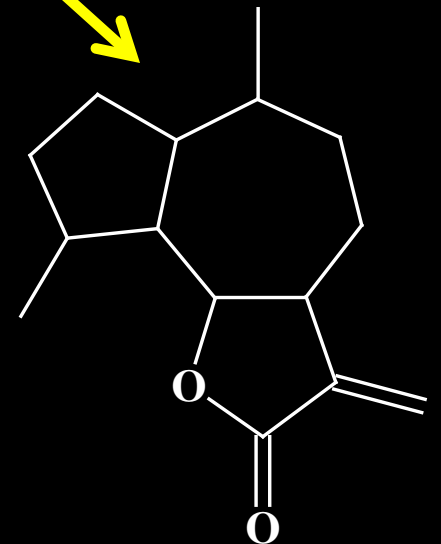
# QUIMIOTAXONOMIA



**Estructura tipo germacranolida**



**Estructura tipo eudesmanolida**



**Estructura tipo guaianolida**



# QUIMIOTAXONOMIA

## GÉNERO TANACETUM

- ❑ *Pertenece a la tribu Anthemideae.*
- ❑ *Conocen entre 150-200 especies.*
- ❑ *En Canarias esta representado por tres especies, una de las cuales presenta dos variedades.*
- ❑ *Una especie introducida, *Tanacetum parthenium*.*

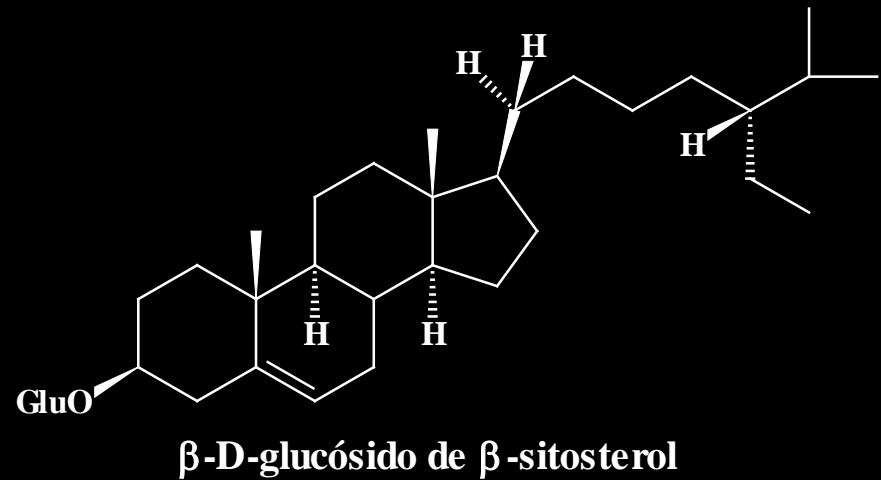
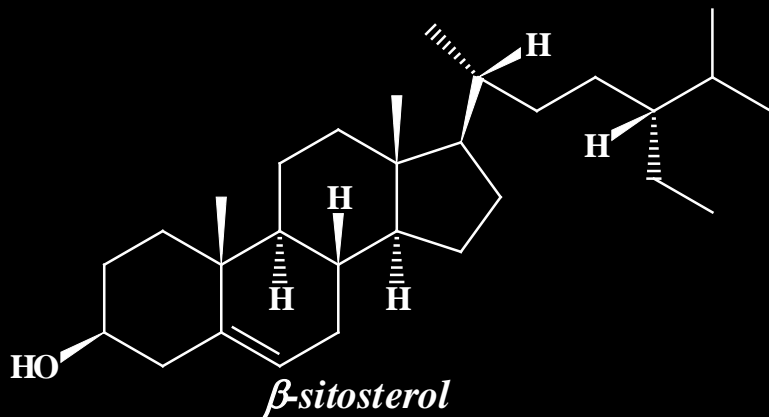
# QUIMIOTAXONOMIA GONOSPERMINAE

- ❑ *Es una de las 12 subtribus de Anthemideae.*
- ❑ *Proporciona uno de los ejemplos putativos de distribución discontinua entre las islas Canarias y África.*
- ❑ *Está constituida por dos géneros endémicos de las islas (Gonospermum y Lugoa) y un género africano (Inulanthera).*
- ❑ *Inicialmente se sugirió un enlace entre los géneros canarias e Inulanthera.*
- ❑ *Estudios cariológicos, de proteína de semilla y morfológicos sugieren una estrecha relación entre los generos canarios y las especies canarias de Tanacetum.*

# ESTUDIO QUÍMICO

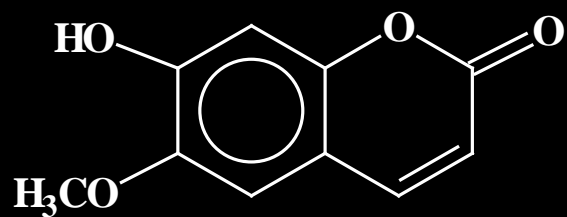
## GÉNERO GONOSPERMUM

# *Gonospermum fruticosum* Less

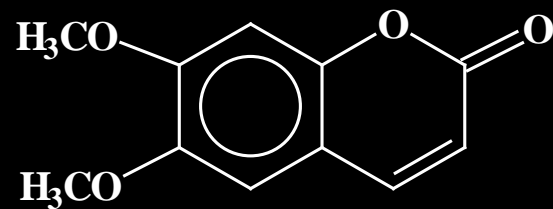


*Phytochemistry* (1992), Vol. 31, No. 5, pp. 1816-1817.

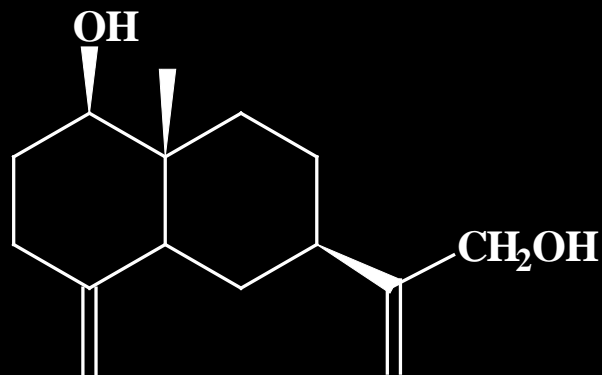
# *Gonospermum fruticosum* (Buch.) Less



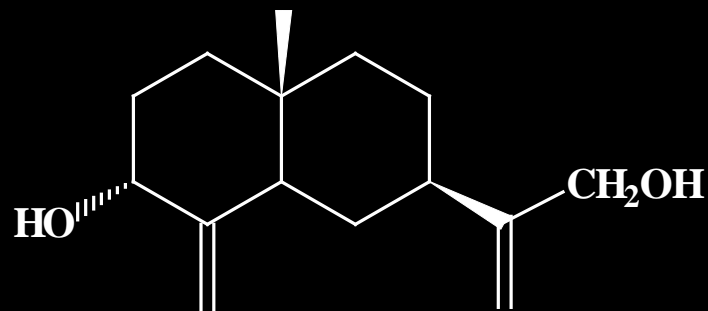
*Escopoletina*



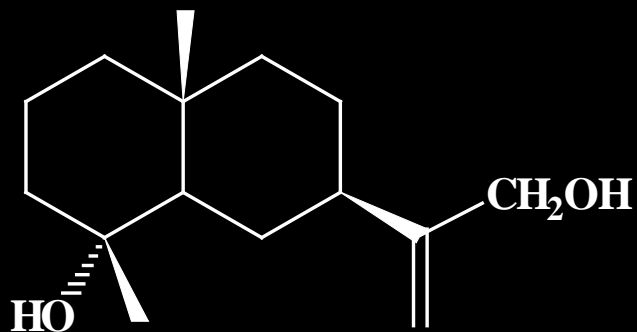
*Escoparona*



*1β-hidroxicostol*

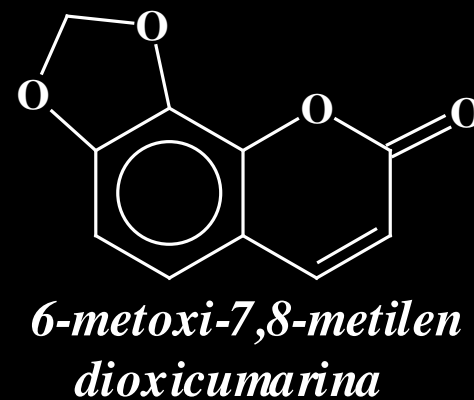
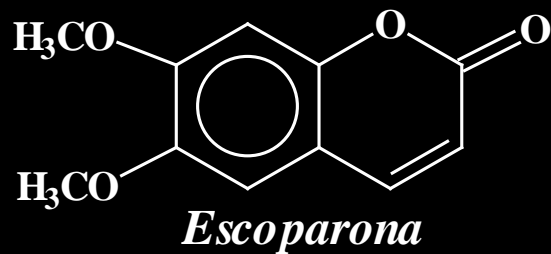


*3α-hidroxicostol*



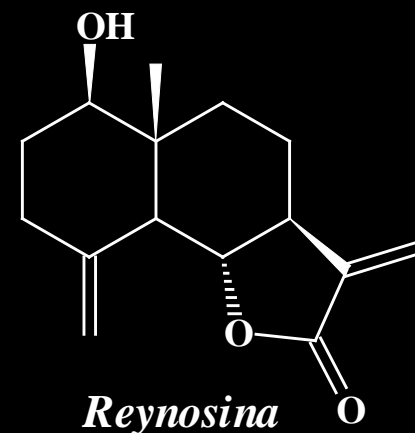
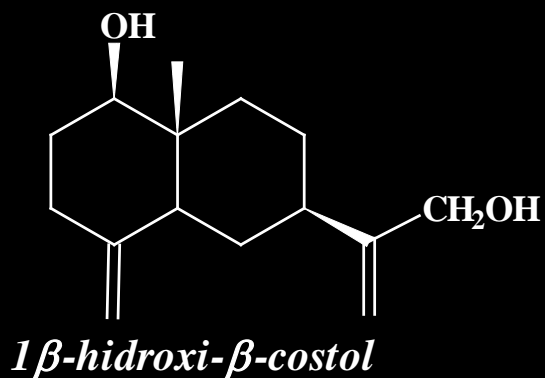
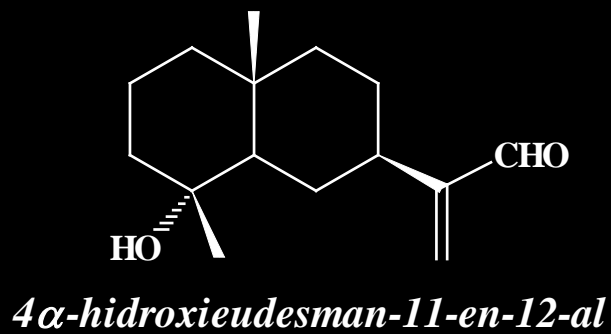
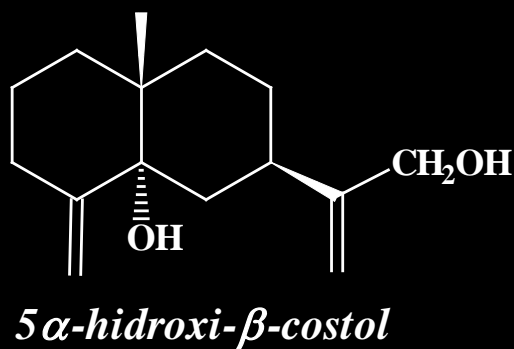
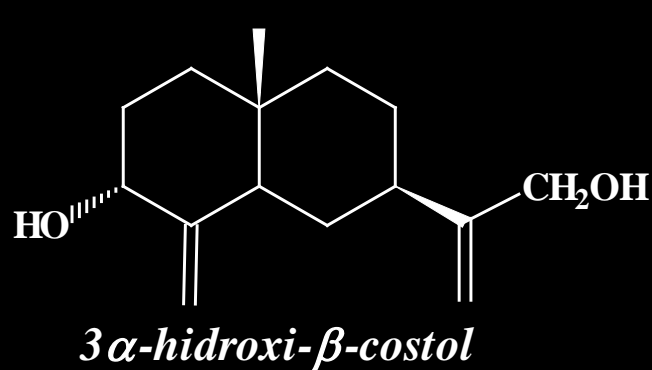
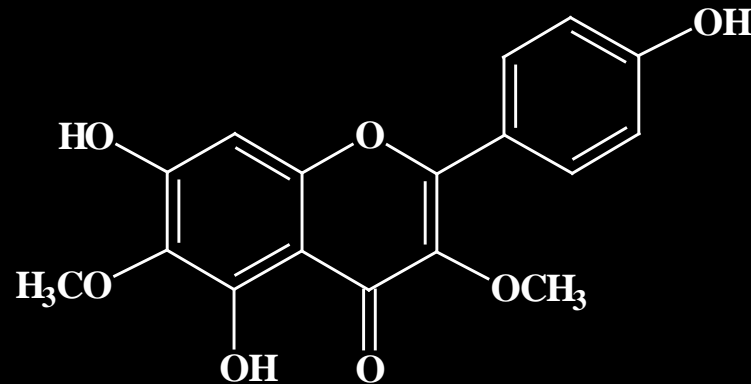
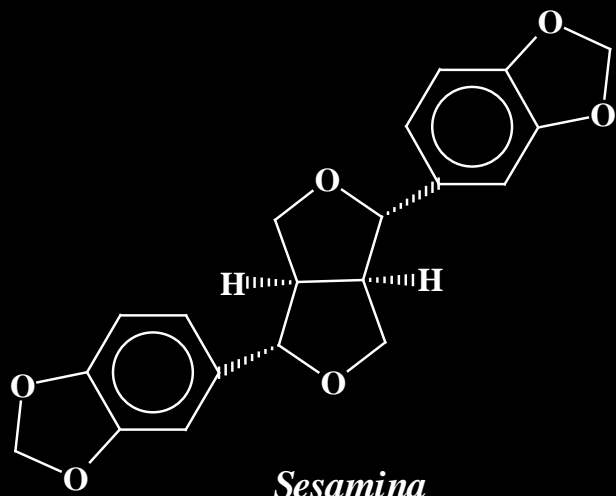
*4α-hidroxi-4β-metildihidrocostol*

# *Gonospermum fruticosum* Less (*Anaga*) 2<sup>a</sup> Recolección

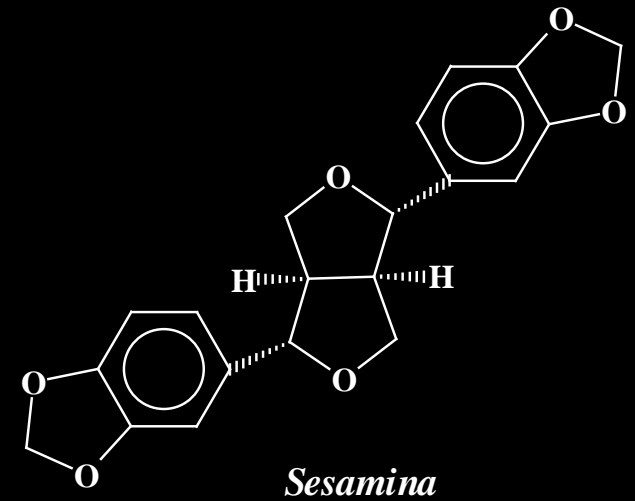
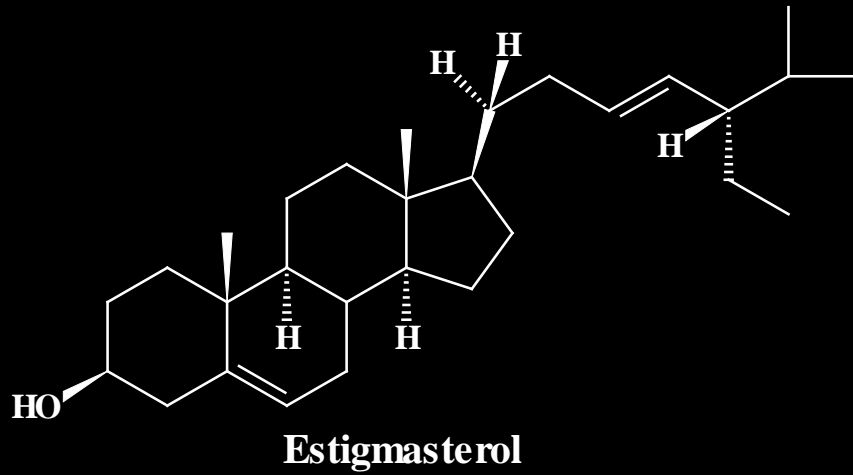


*Phytochemistry* (2010), Vol. 11, pp. 627-634.

# *Gonospermum fruticosum* Less (*Anaga*) 2<sup>a</sup> Recol.

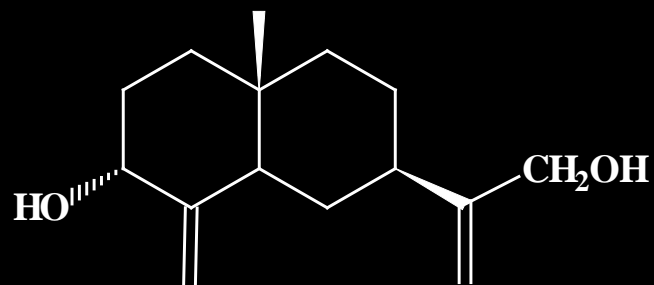


# *Gonospermum fruticosum* Less (*Güimmar*)

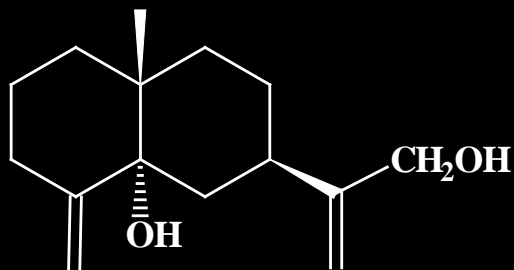




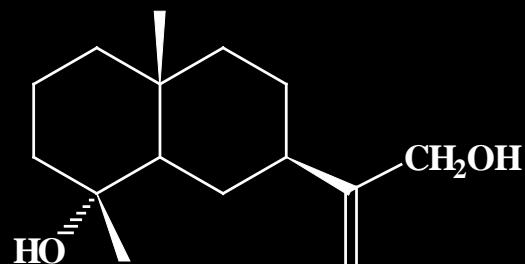
# *Gonospermum fruticosum* Less (*Güümar*)



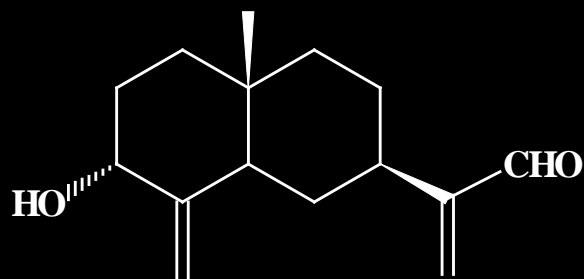
*3α-hidroxi-β-costol*



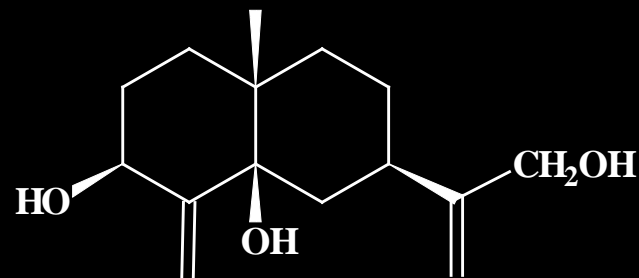
*5α-hidroxi-β-costol*



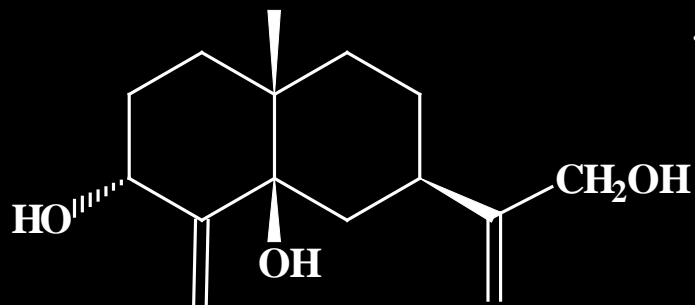
*4α-hidroxi-4β-metil dihidrocostol*



*3α-hidroxi eudesman-4(15),11(13)-dien-12-al*

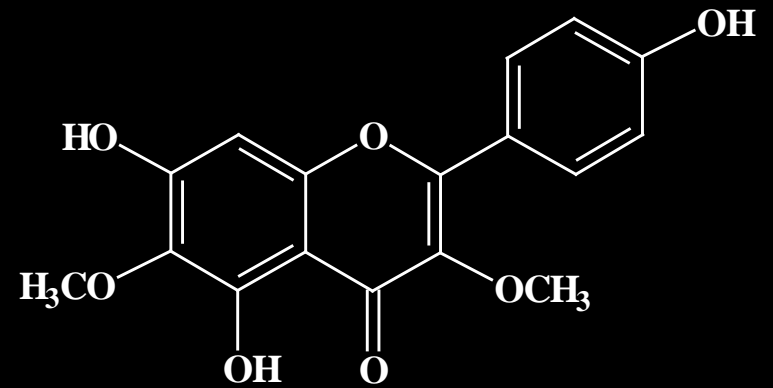
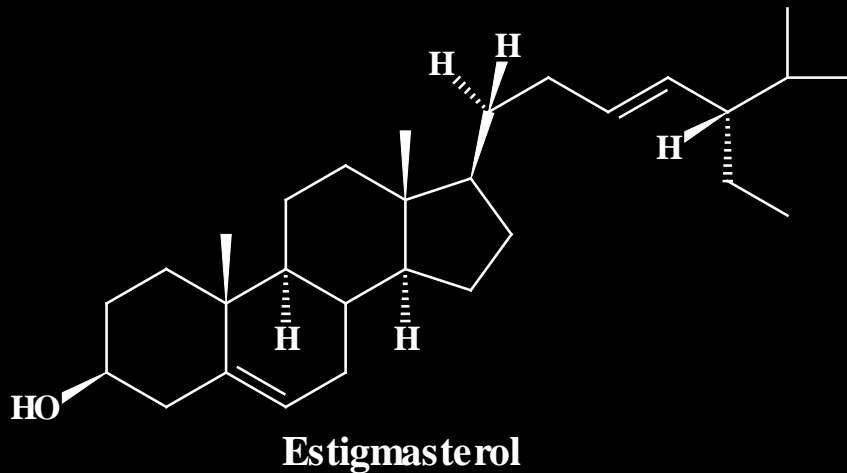


*3β,5β-dihidroxi-β-costol*

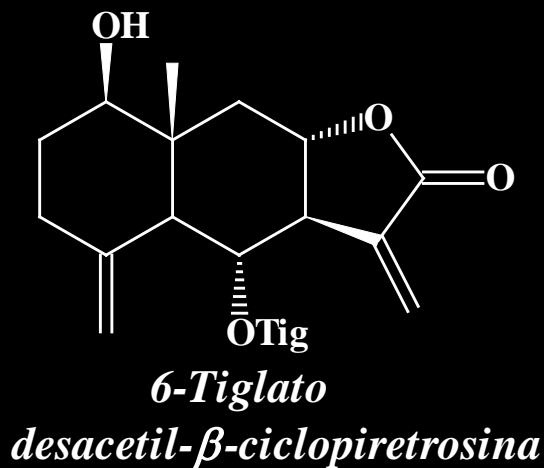
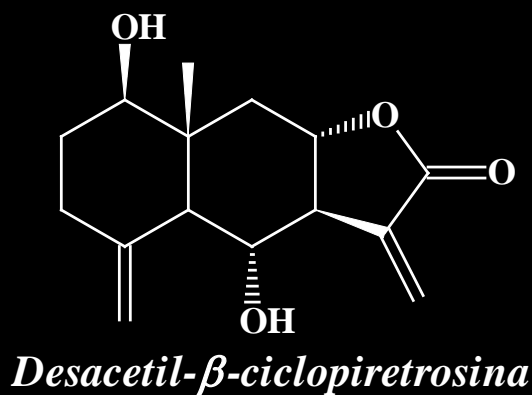
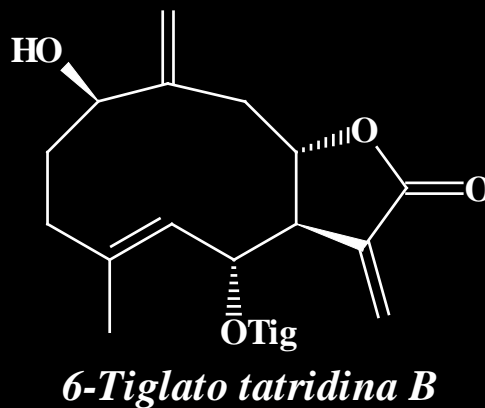
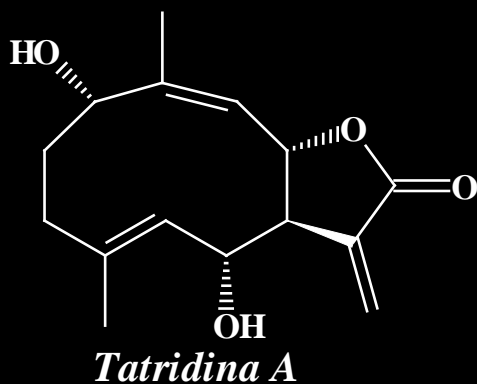
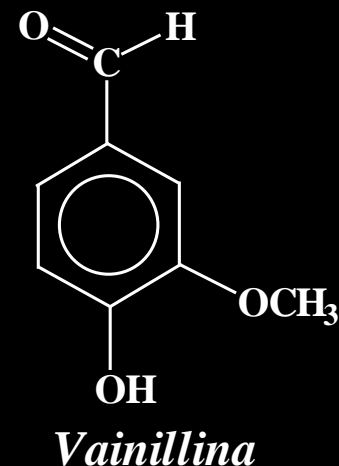
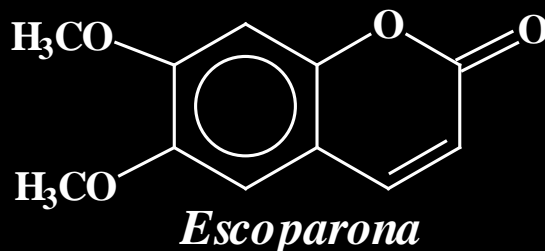
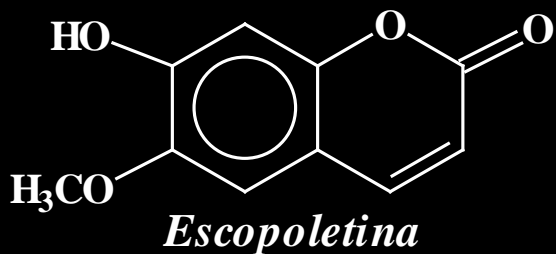


*3α,5β-dihidroxi-β-costol*

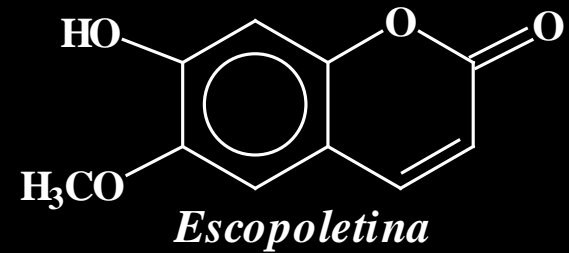
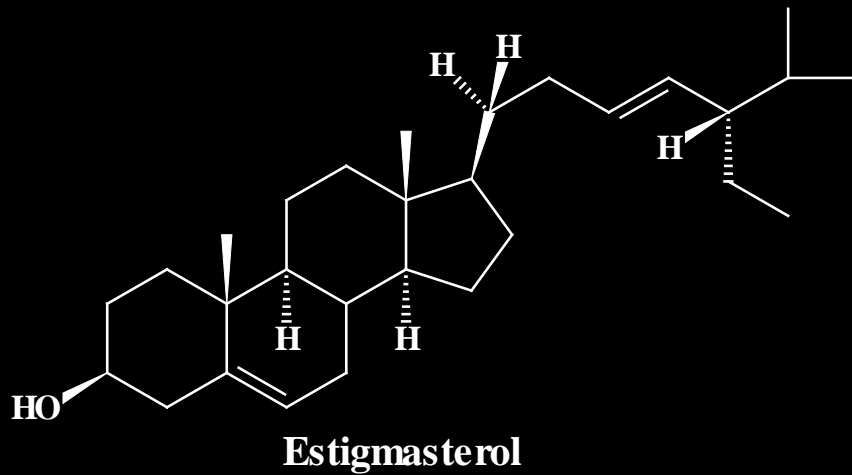
# *Gonospermum fruticosum* Less (*El Hierro*)



# *Gonospermum fruticosum* Less (*El Hierro*)

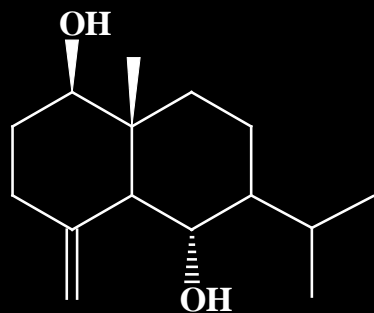


# *Gonospermum canariense* Less.

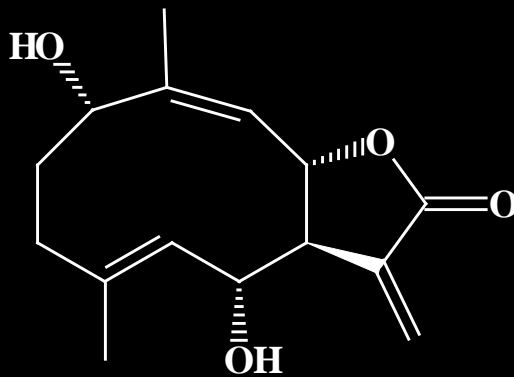


*Biochemical systematics and ecology* (2000), 28, pp. 95-96

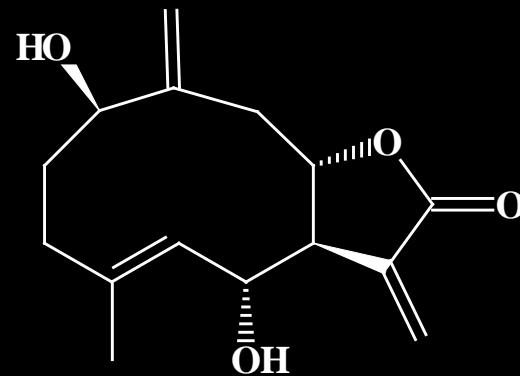
# *Gonospermum canariense* Less



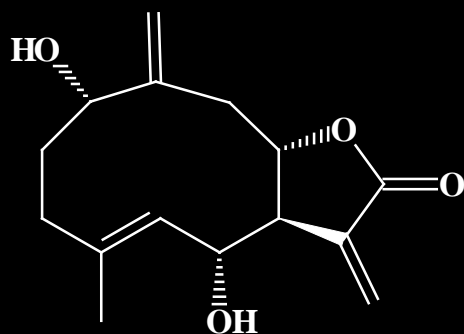
*1β,6β*-dihydroxieu-desm-4(15)-eno



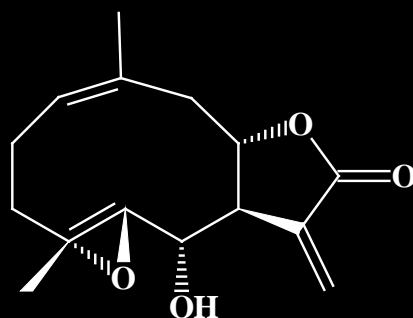
*tatrídina A*



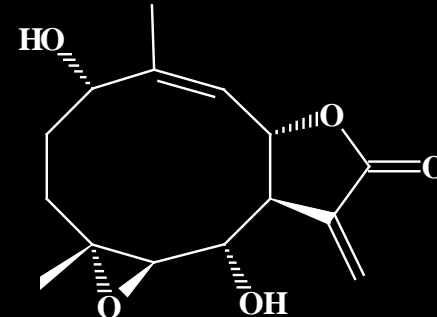
*tatrídina B*



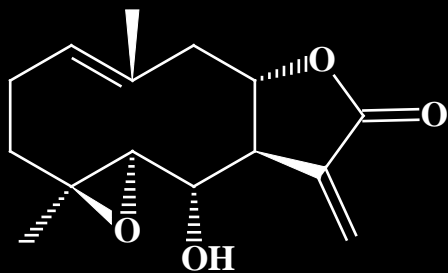
*1-epi-tatrídina B*



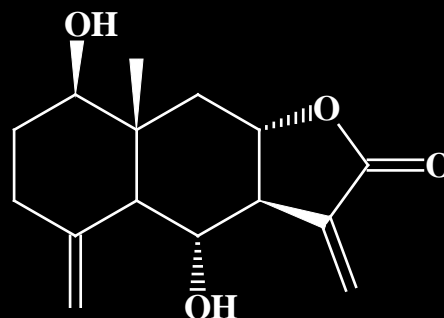
*4α,5β*-epoxideacetillaurenobiolido



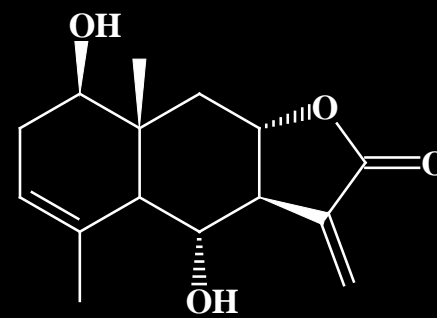
*4α,5β*-epoxido de *1α*-hidroxideacetil tulirinol



*espiciformina*

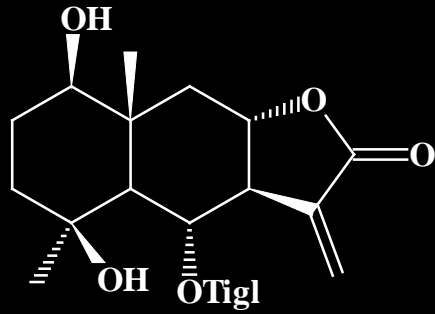


*deacetil-β*-ciclopiretrosina

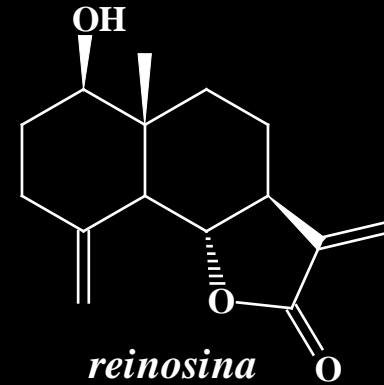


*sivasinólido*

# *Gonospermum canariense*

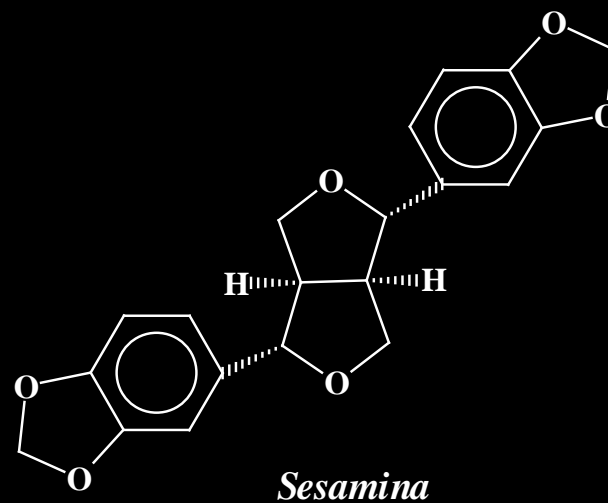
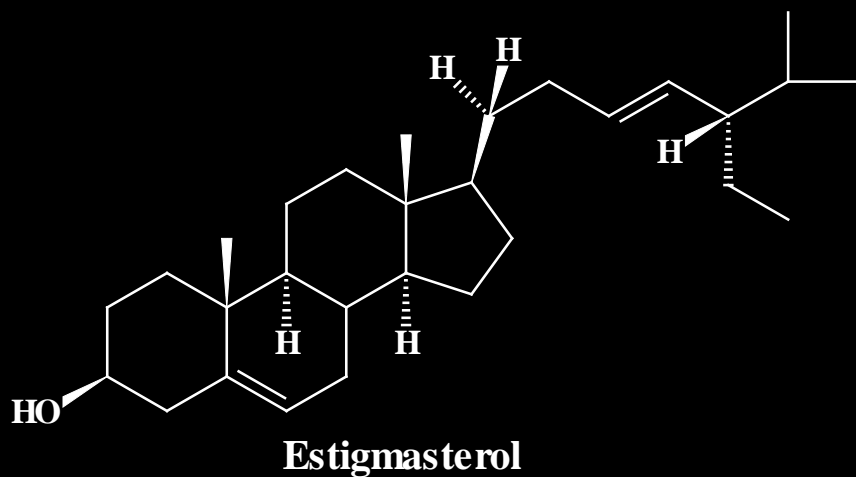
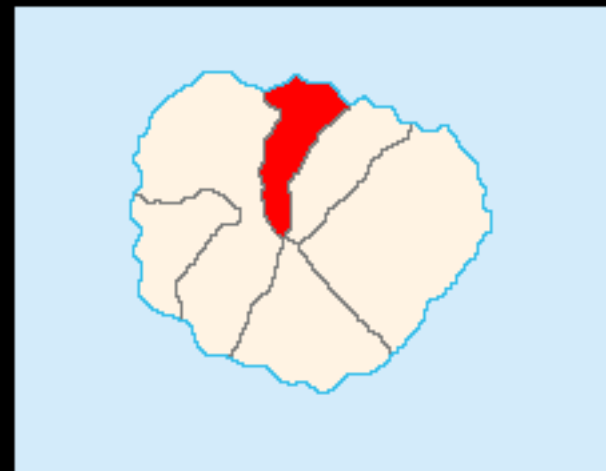


*6-O-tiglato de deacetylтанapsina*

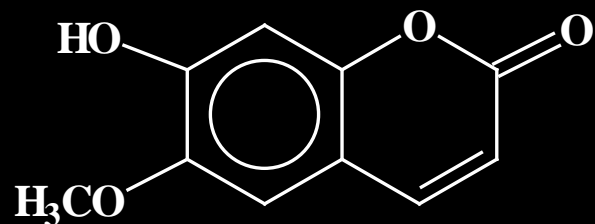


*reinosina*

# *Gonospermum gomeræ* Bolle.



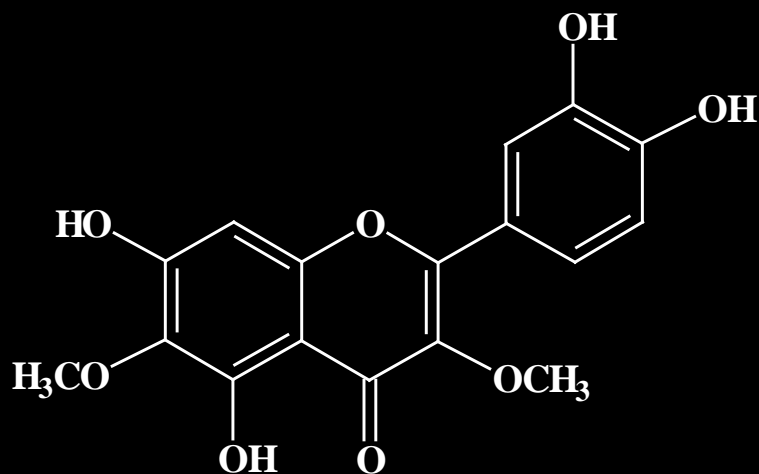
# *Gonospermum gomeræ* Bolle.



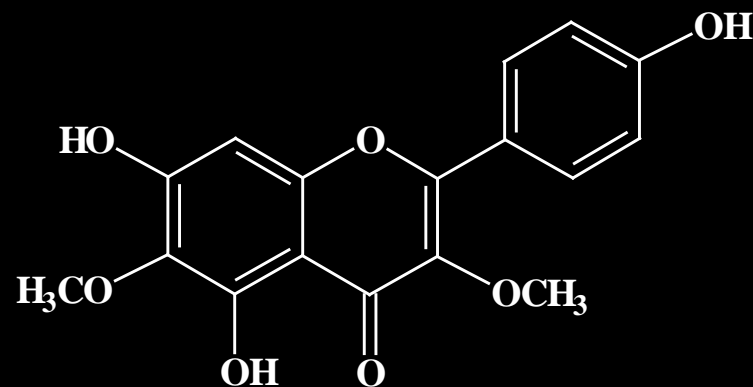
*Escopoletina*



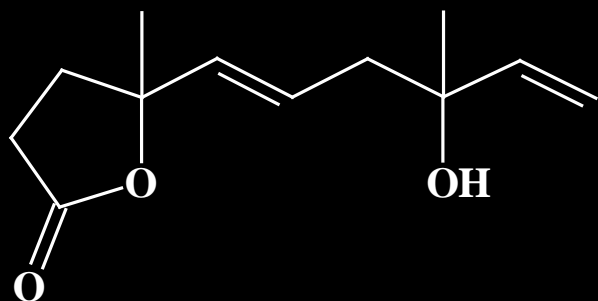
*Escoparona*



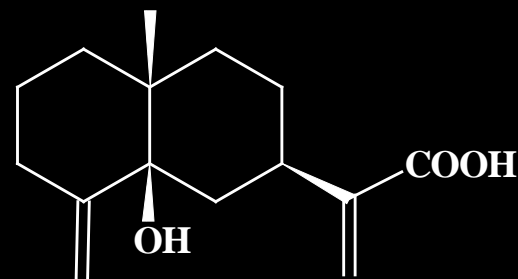
*3',4',5,7-Tetrahidroxi-3,6-dimetoxiflavona*



*4',5,7-Tetrahidroxi-3,6-dimetoxiflavona*



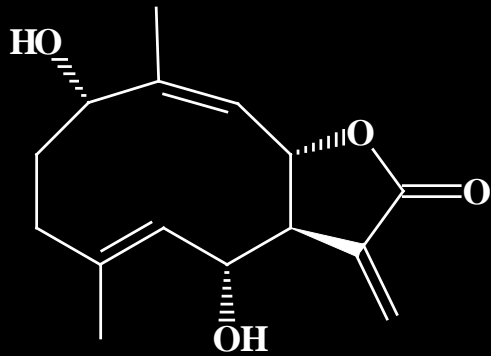
*Crocinervolido*



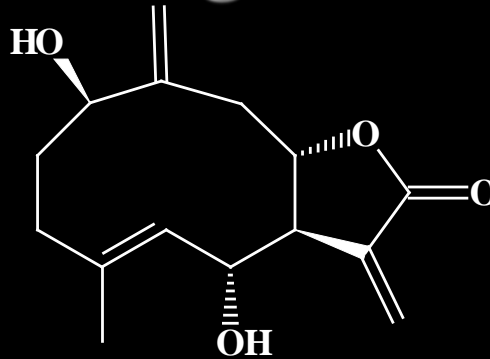
*Ácido 5β-hidroxicóstico*



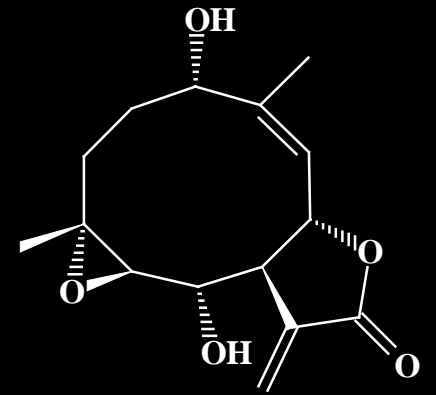
# *Gonospermum gomerae* Bolle.



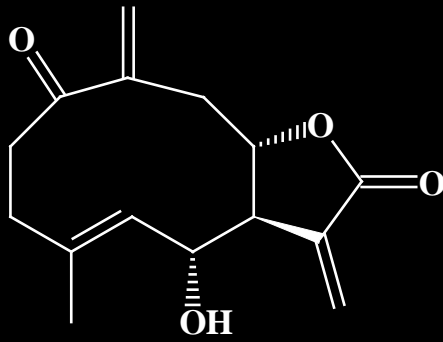
*tatrídina A*



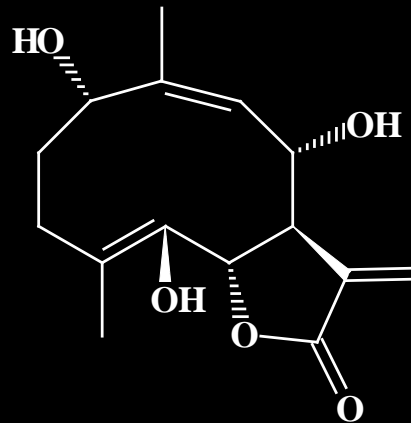
*tatrídina B*



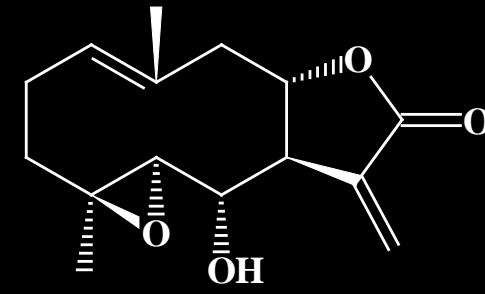
*4α,5β-Epóxido tatrídina A*



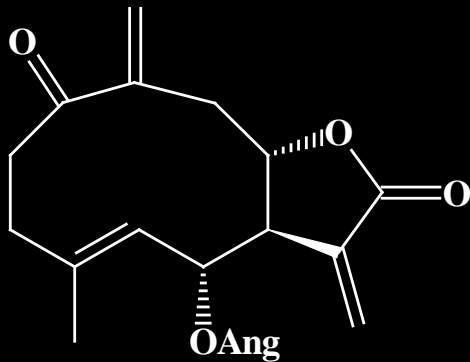
*Tamirina*



*1α,5β,8α-trihidroxigermacra-4,9(Z),11(13)-trien-6α,12-olida*

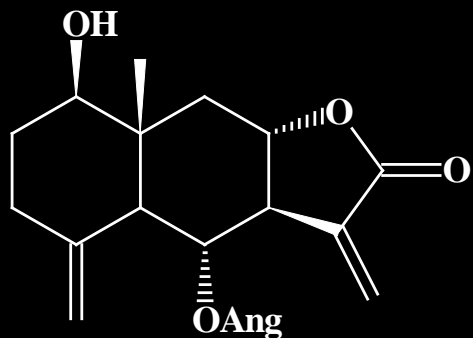


*Espiciformina*

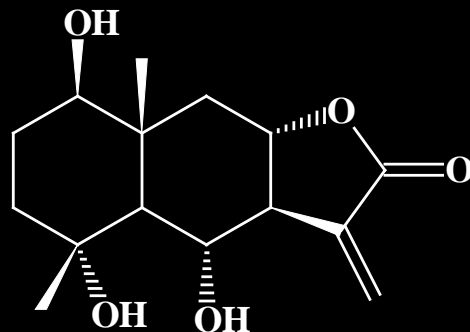


*6-Angelato Tamirina*

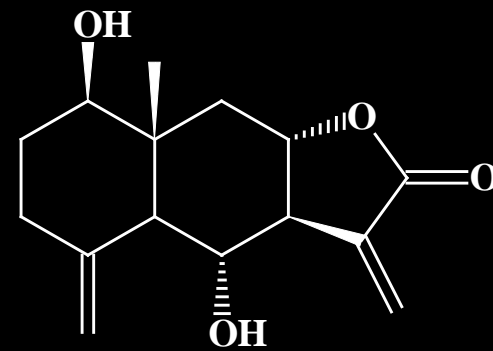
# *Gonospermum gomeræ* Bolle.



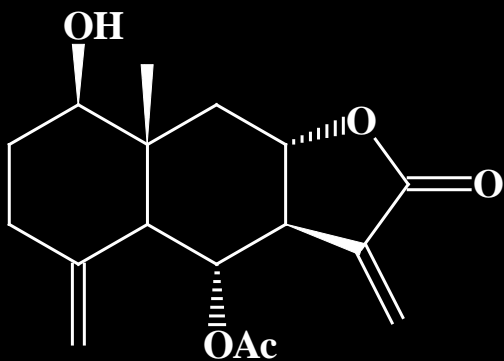
*6-Angelato desacetil- $\beta$ -ciclopiretrosina*



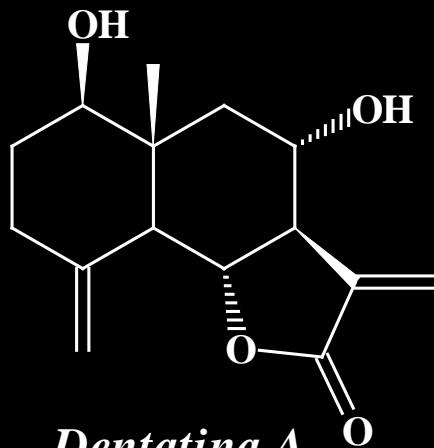
*1 $\beta$ ,4 $\alpha$ ,6 $\alpha$ -trihidroxi  
eudesm-11-en-8 $\alpha$ ,12-olida*



*Desacetil- $\beta$ -ciclopiretrosina*

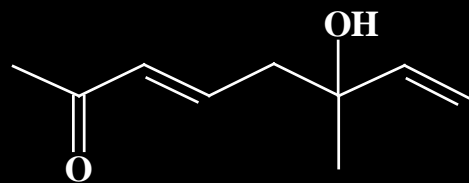
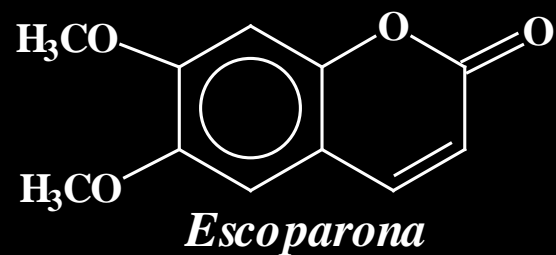
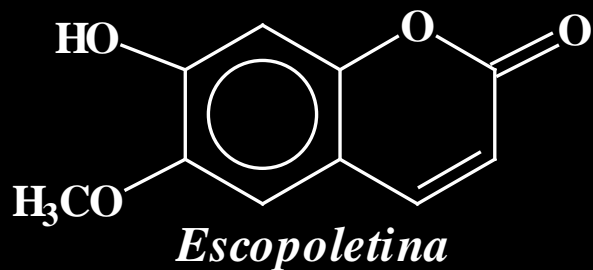
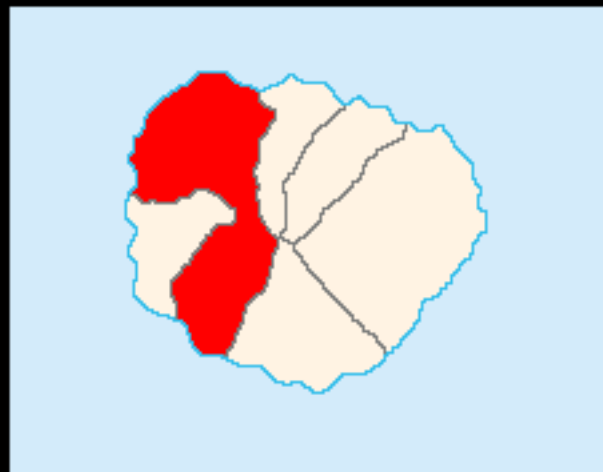


*$\beta$ -ciclopiretrosina*

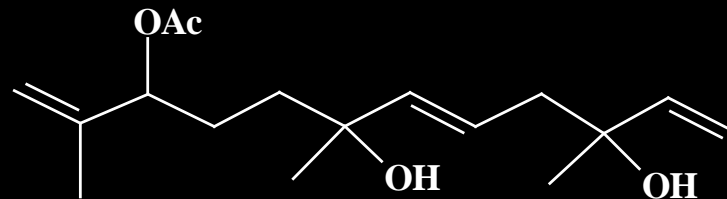


*Dentatina A*

# *Gonospermum fruticosum* (La Gomera-Alojerá).

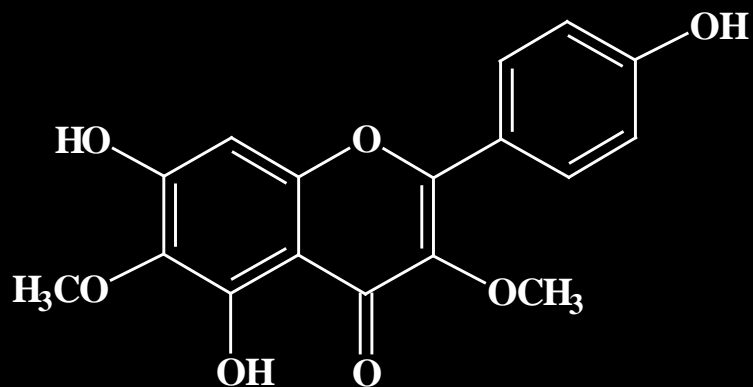


*3-hidroxi-3-metilocta-1,5-dien-7-ona*

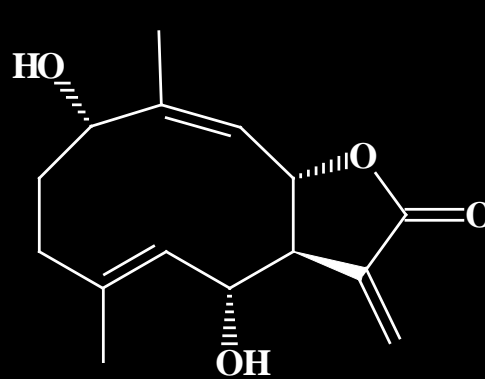


*6,7,11-trimetildodeca-1,5,11-trien-3,7,10-triol*

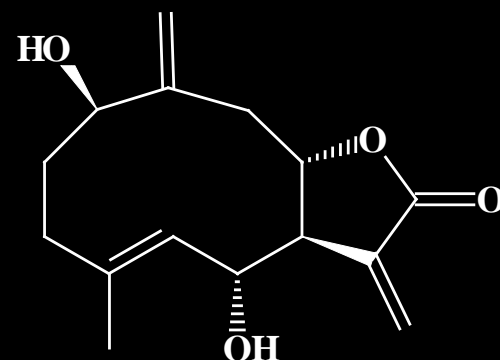
# *Gonospermum fruticosum* (La Gomera-Alojera).



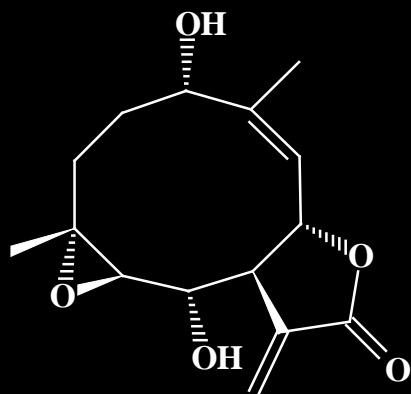
*4',5,7-Tetrahydroxi-3,6-dimetoxiflavona*



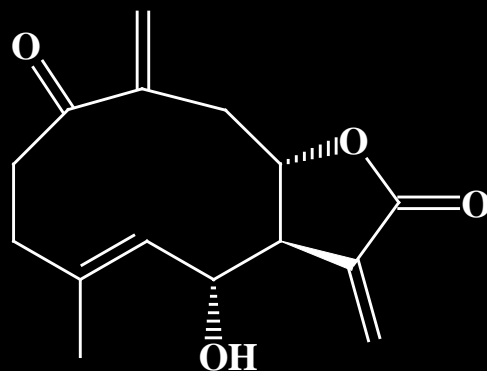
*tatrídina A*



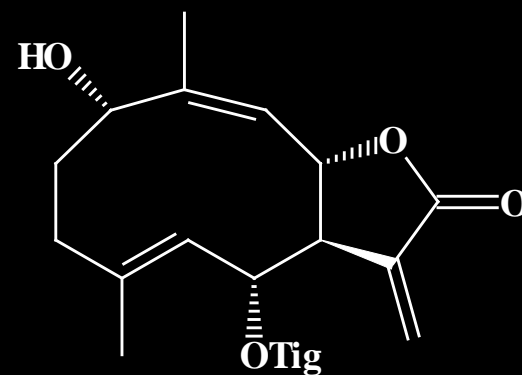
*tatrídina B*



*4 $\alpha$ ,5 $\beta$ -Epóxido tatrídina A*

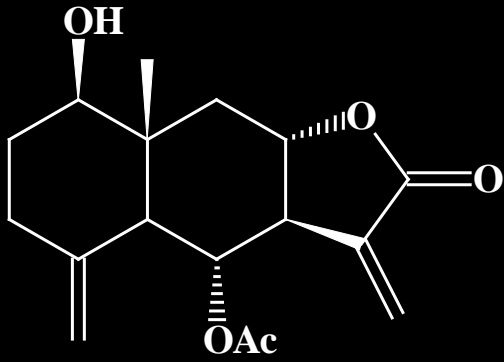


*Tamirina*

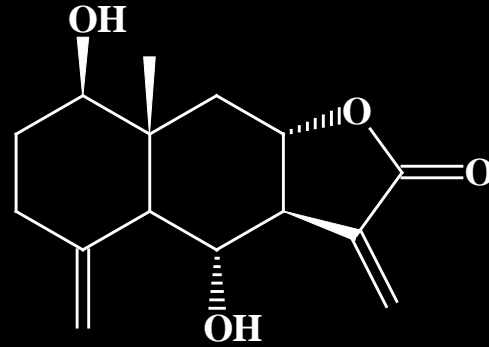


*6-Tiglato tatrídina A*

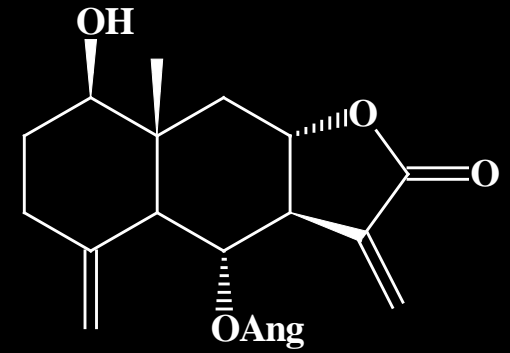
# *Gonospermum fruticosum* (La Gomera-Alojería).



*$\beta$ -ciclopiretrosina*



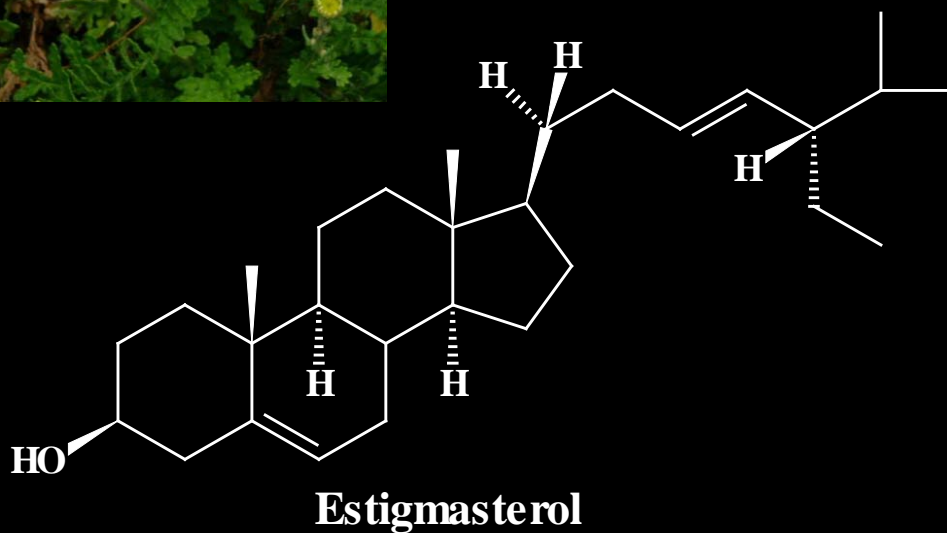
*Desacetil- $\beta$ -ciclopiretrosina*



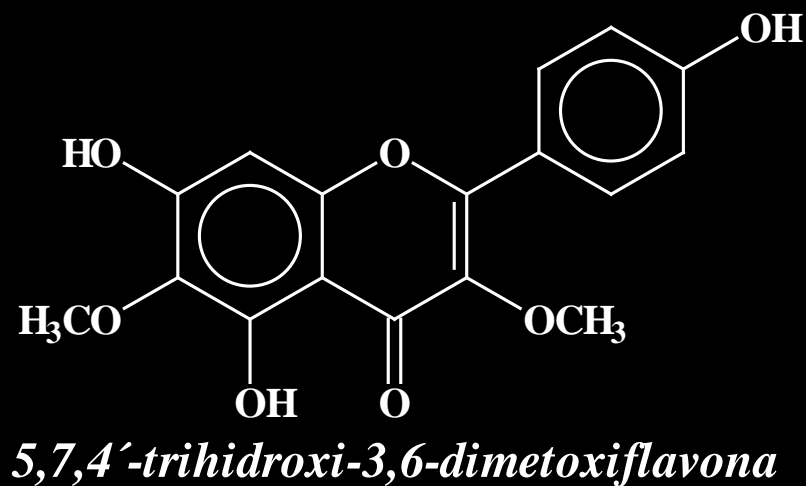
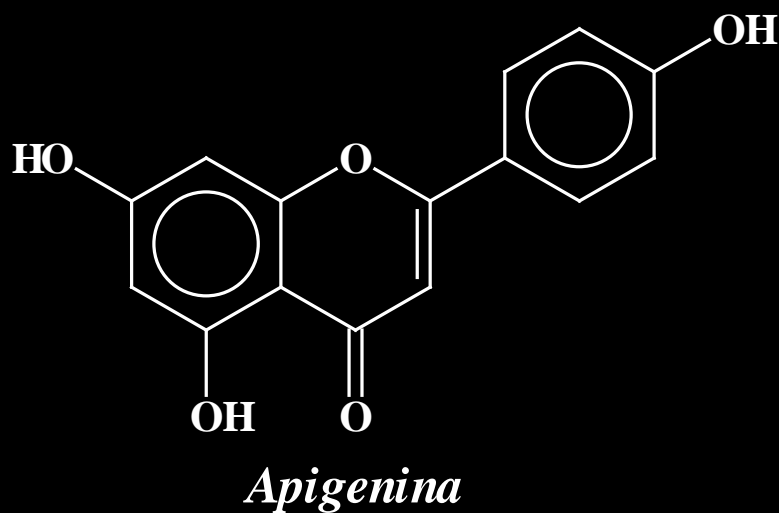
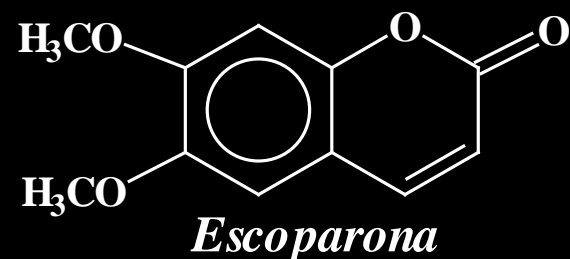
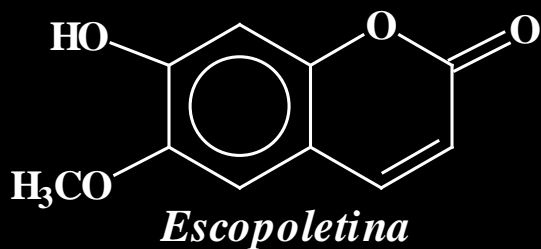
*6-Angelato  
desacetil- $\beta$ -ciclopiretrosina*

# **Género *Lugoa***

# *Lugoa revoluta* (DC.) Sch. Bip.

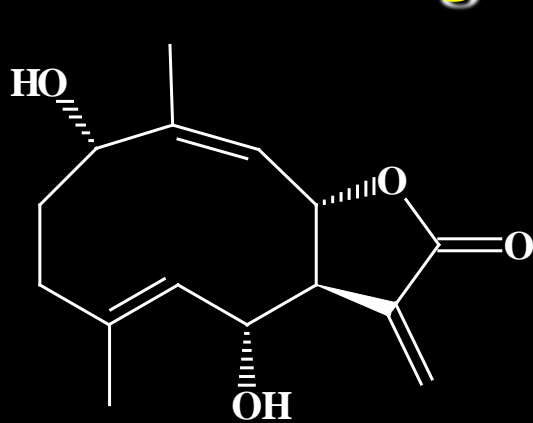


# *Lugoa revoluta (DC.) Sch. Bip.*

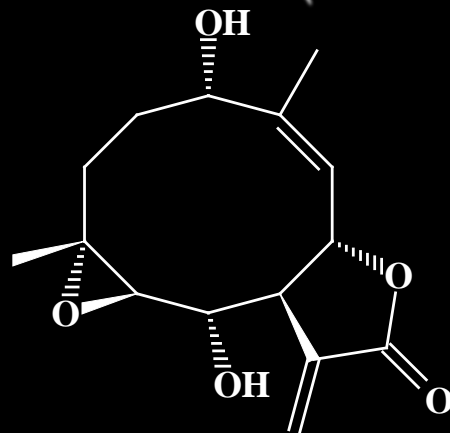




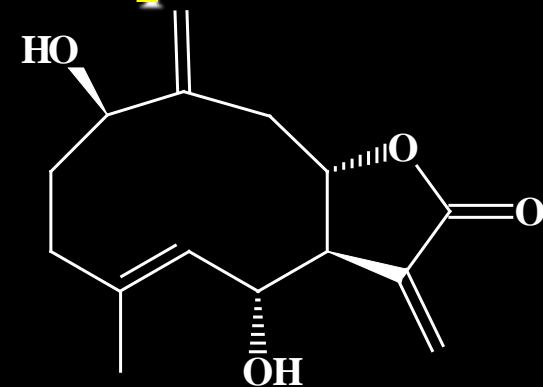
# *Lugoa revoluta* (DC.) Sch. Bip.



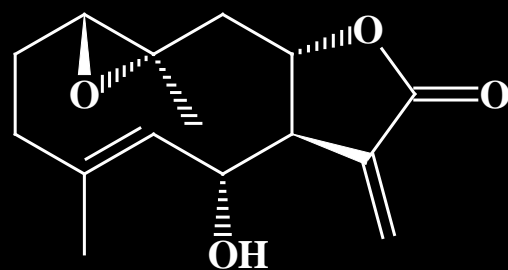
*tatrídina A*



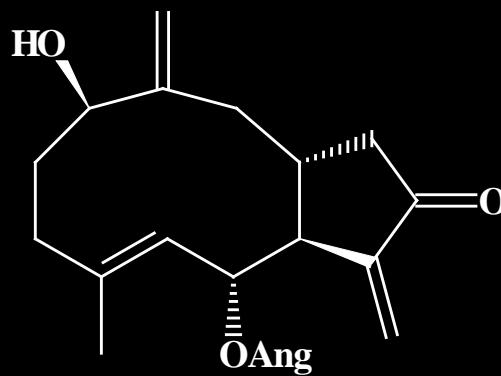
*4 $\alpha$ ,5 $\beta$ -epoxido de tatrídina A*



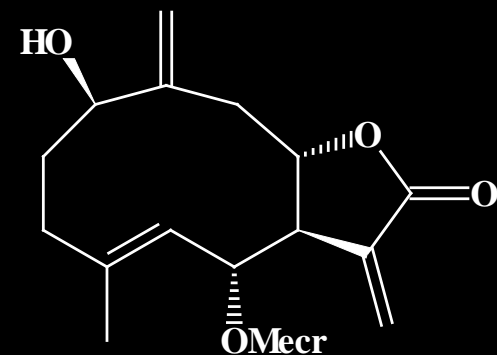
*tatrídina B*



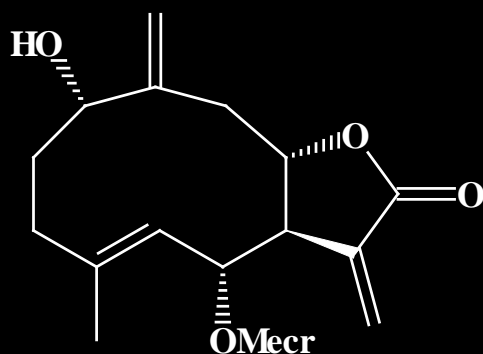
*1 $\alpha$ ,10 $\beta$ -epoxidesacetillaurenobiólido*



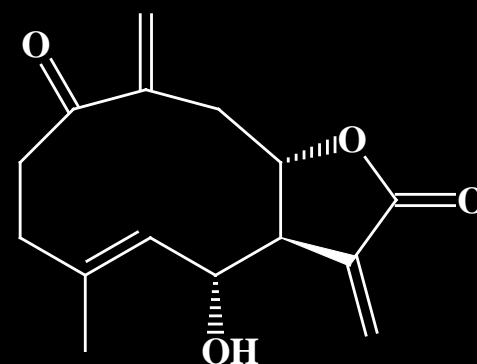
*6-angelato de tatrídina B*



*6-metacrilato de tatrídina B*

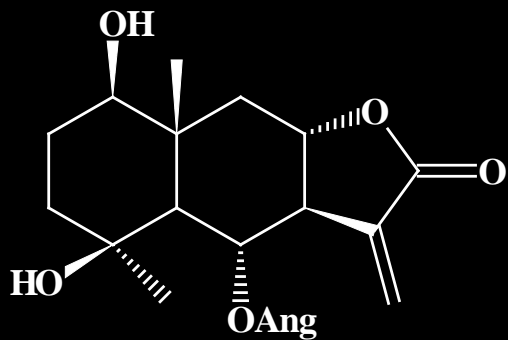


*6-metacrilato de 1-epi-tatrídina B*

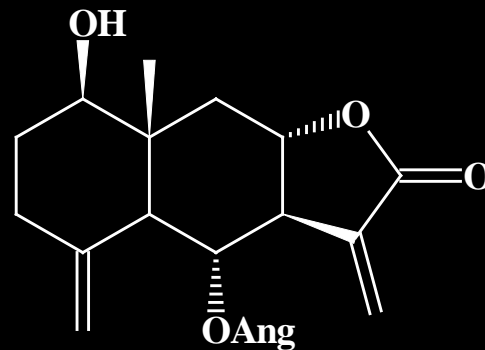


*Tamirina*

# *Lugoa revoluta* (DC.) Sch. Bip.



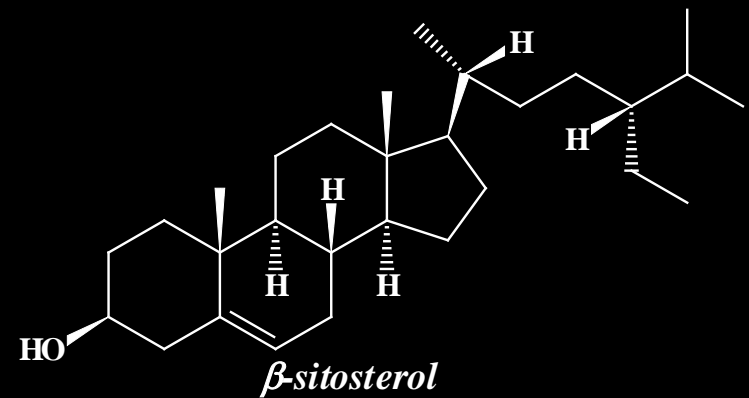
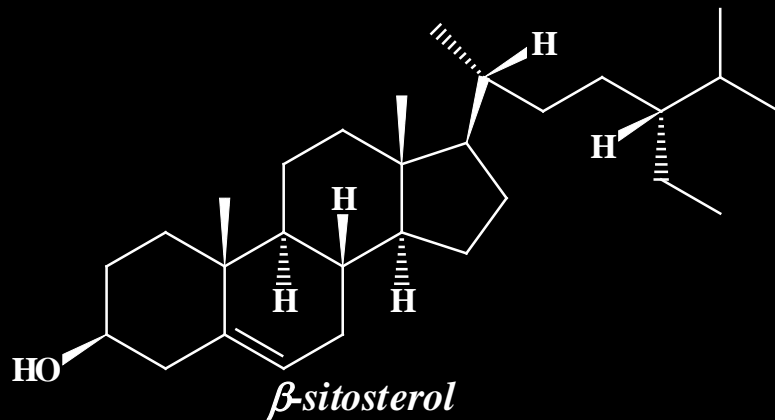
*Tanapsina*



*6-angelato de desacetil-β-ciclopiretrosina*

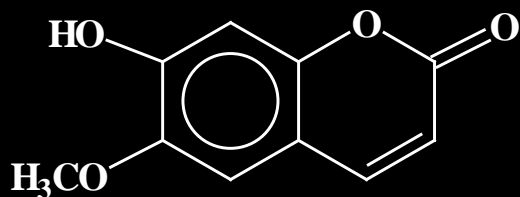
Género *Tanacetum*

# *Tanacetum ferulaceum* (Webb & Berth.)



*Phytochemistry* (1990), Vol. 29, No. 7, pp. 2339-2341.

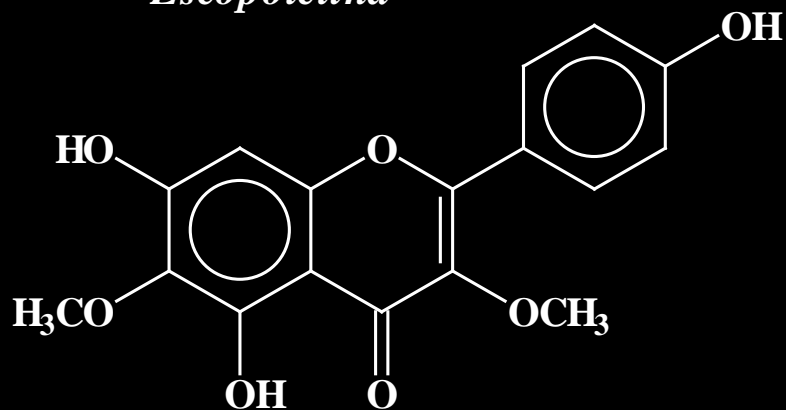
# *Tanacetum ferulaceum (Webb & Berth.)*



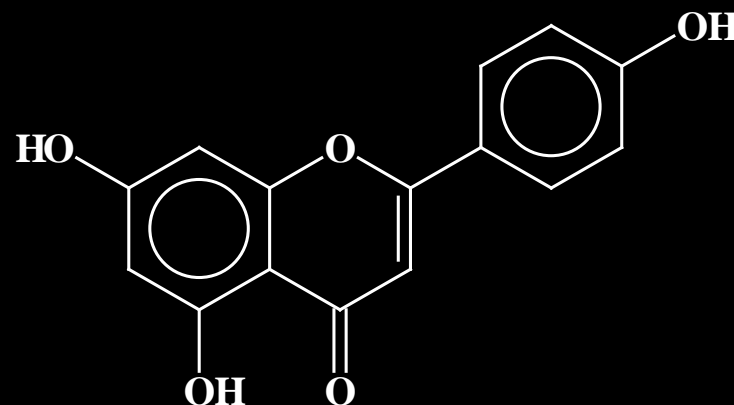
*Escopoletina*



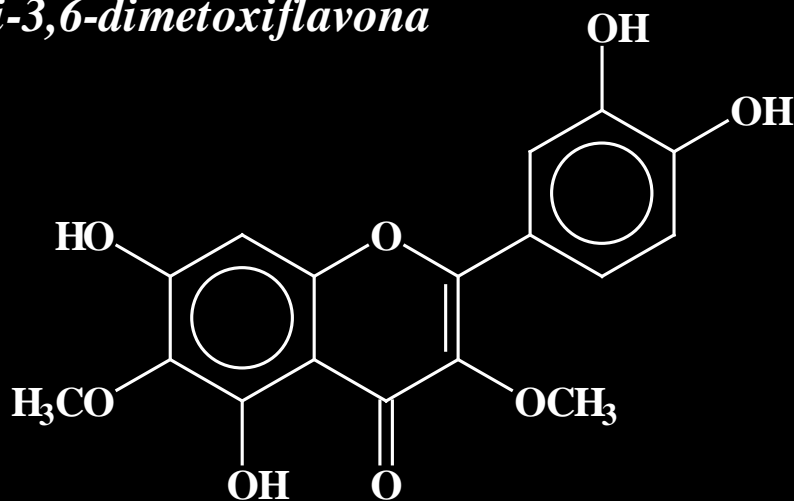
*Escoparona*



*5,7,4'-trihidroxi-3,6-dimetoxiflavona*

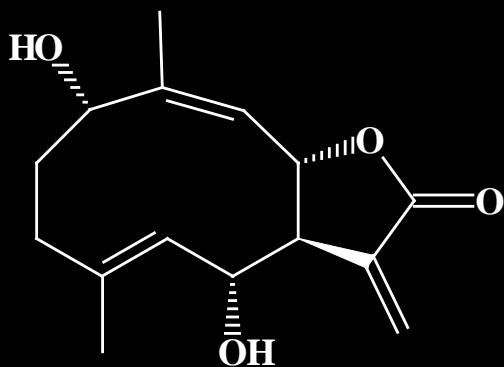


*Apigenina*

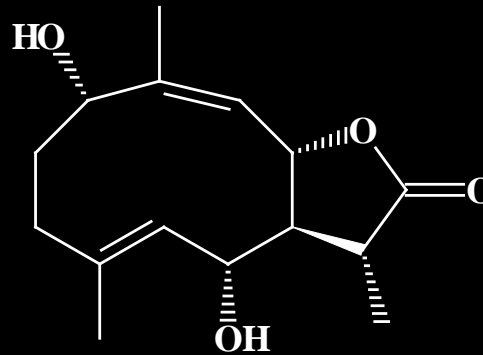


*Axillarina*

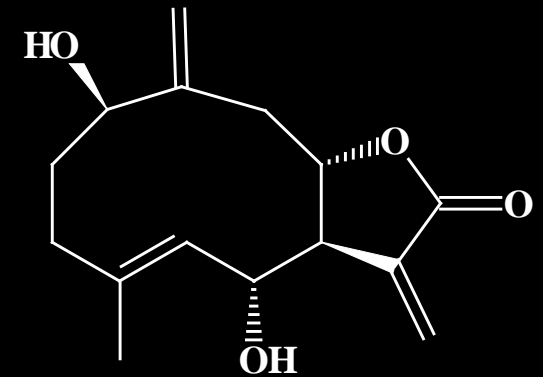
# *Tanacetum ferulaceum* (Webb & Berth.)



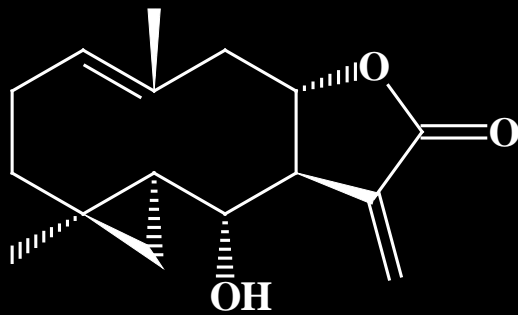
*tatrídina A*



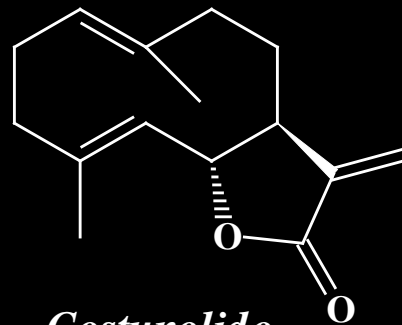
*11,13-dihidrotatrídina A*



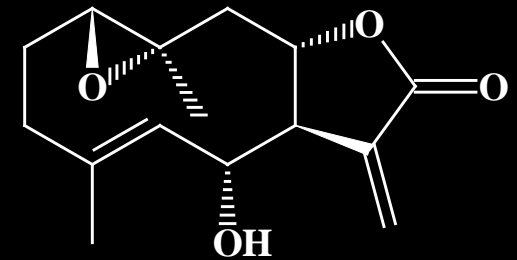
*tatrídina B*



*Espiciformina*

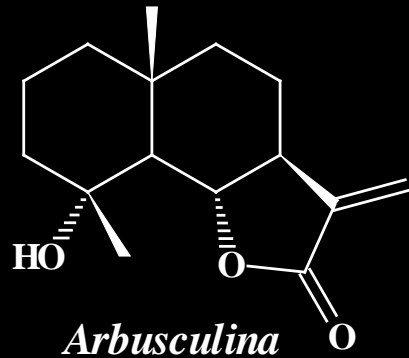


*Costunolido*

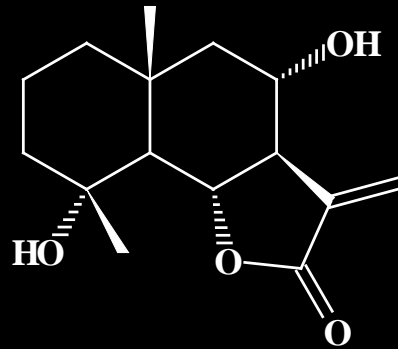


*1 $\alpha$ ,10 $\beta$ -epoxidesacetillaurenobiolido*

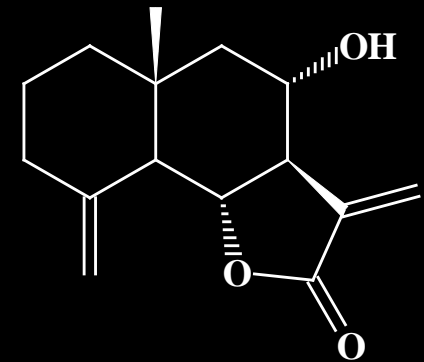
# Tanacetum ferulaceum (Webb & Berth.)



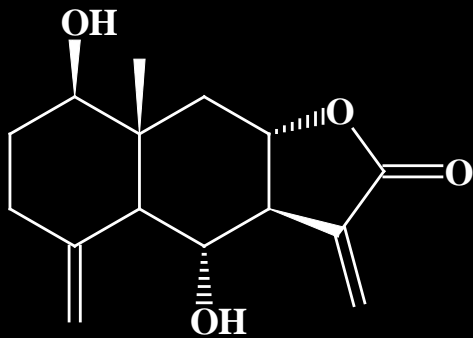
*Arbusculina*



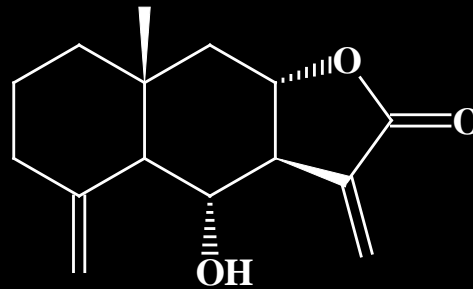
*8α-hidroxiarbusculina*



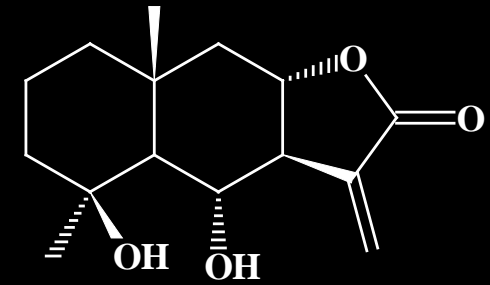
*desacetil-β-ciclotulipinolido*



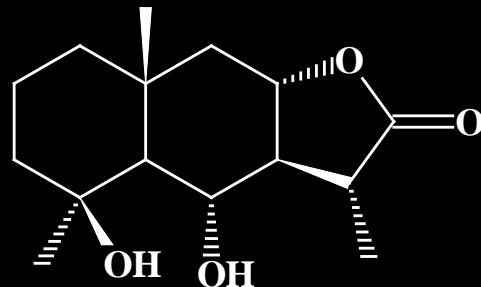
*desacetil-β-ciclopiretosina*



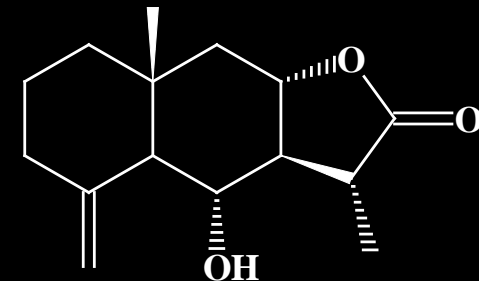
*6α-hidroxi-5,7α H,8β H-eudesman-4(15)-en-8,12-olida*



*4α,6α-dihidroxi-5,7α H,8β H-eudesman-4(15)-en-8,12-olida*

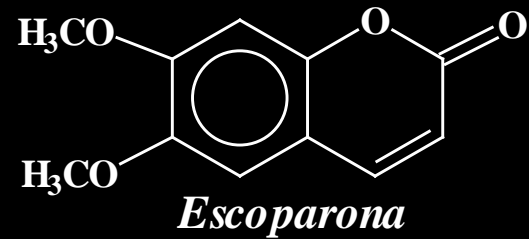
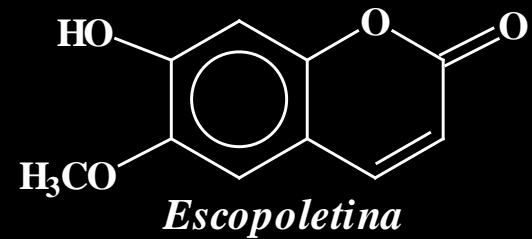
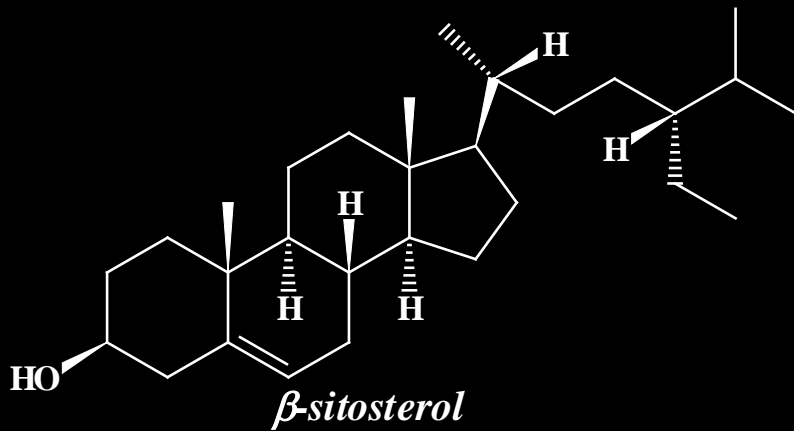


*4α,6α-dihidroxi-5,7α H,8β H-11,13-dihidro eudesman-4(15)-en-8,12-olida*



*6α-hidroxi-5,7α H,8β H-11,13-dihidro eudesman-4(15)-en-8,12-olida*

# *Tanacetum ptarmaciflorum* (Webb & Berth.) Febles



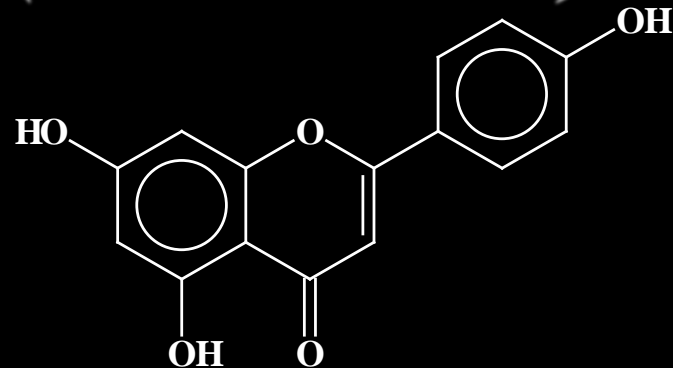
*Phytochemistry* (1992), Vol. 31, No. 5, pp. 1821-1822



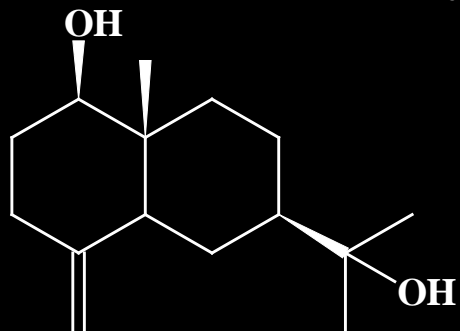
# *Tanacetum ptarmaciflorum (Webb & Berth.) Febles*



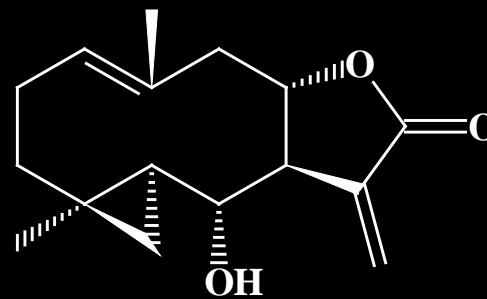
*5,7,4'-trihidroxi-3,6-dimetoxiflavona*



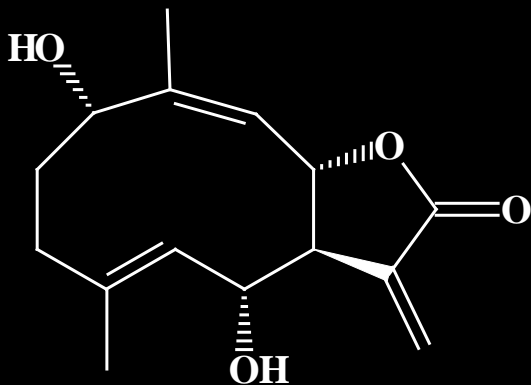
*Apigenina*



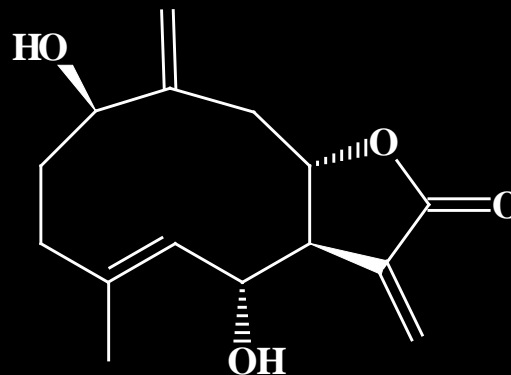
*1α-hidroxi-β-eudesmol*



*Espiciformina*



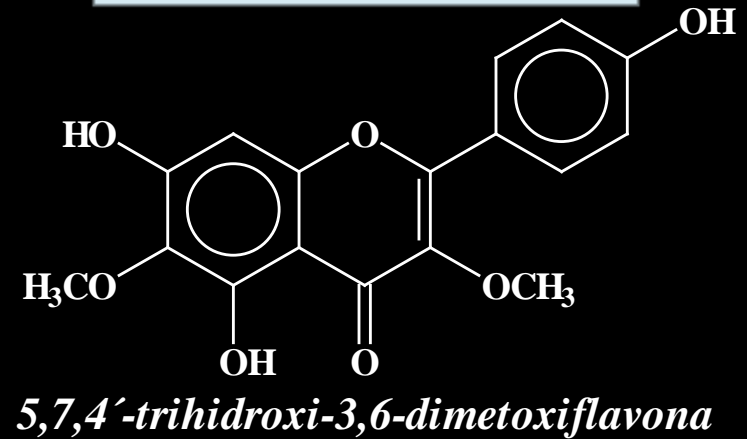
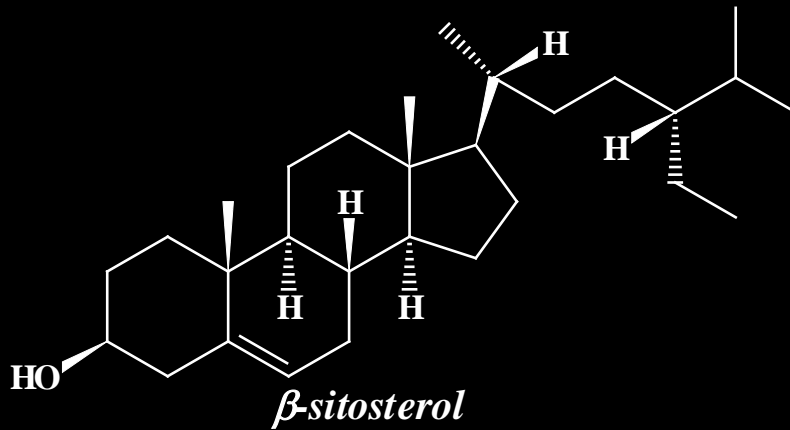
*tatrídina A*



*tatrídina B*

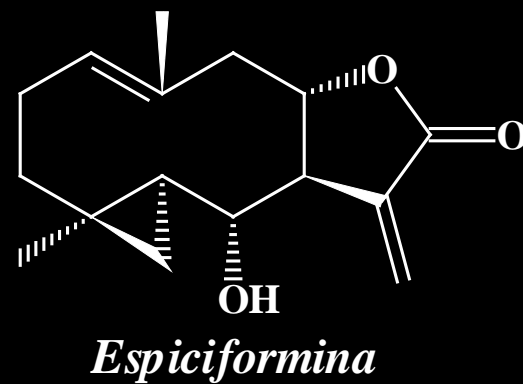
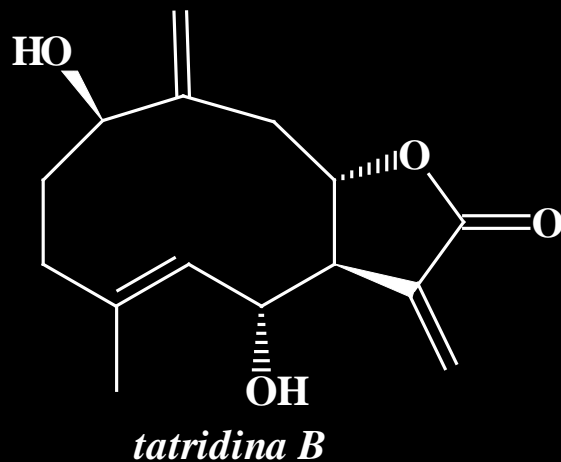
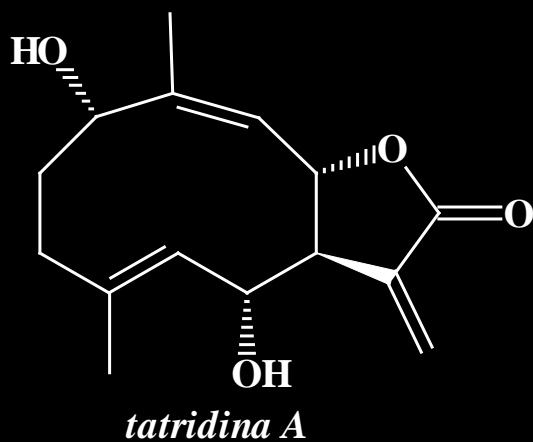
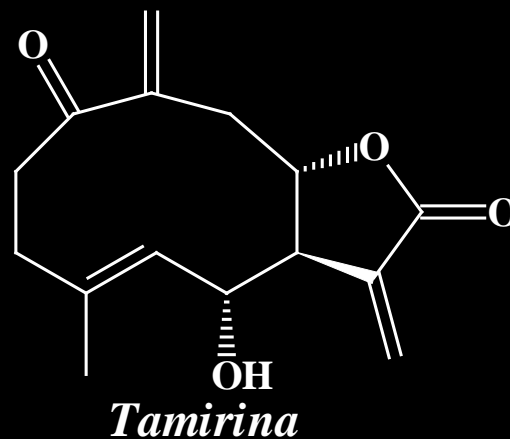
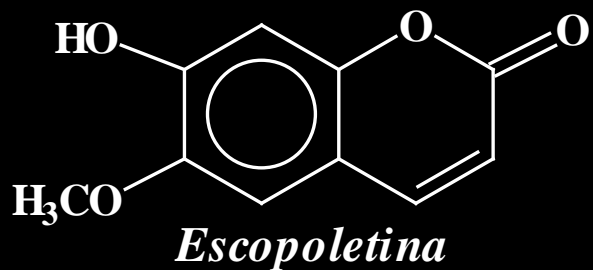
# *Tanacetum ptarmaciflorum* (Webb & Berth.) Febles

## *Recolección Los Moriscos (Tejeda)*

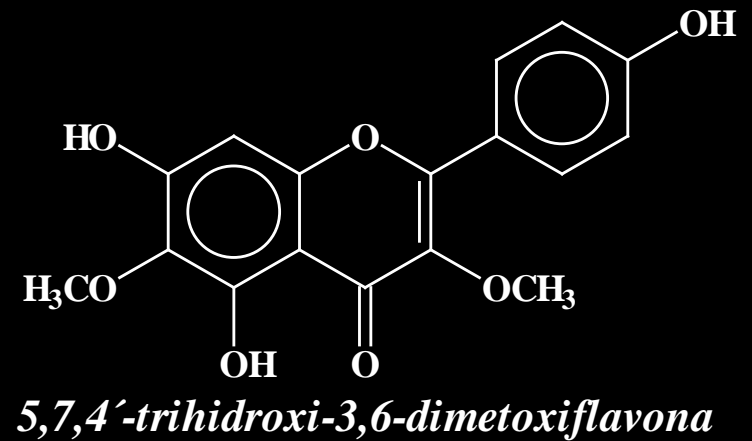
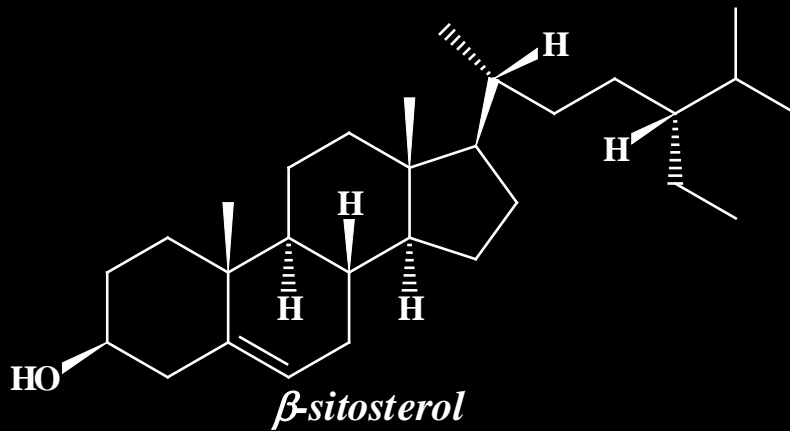


# *Tanacetum ptarmaciflorum (Webb & Berth.) Febles*

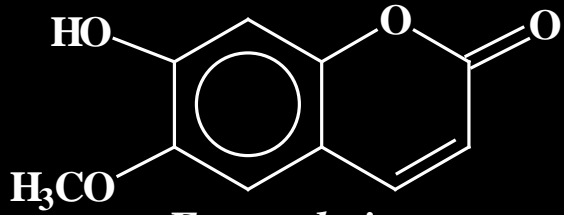
## *Recolección Los Moriscos (Tejeda)*



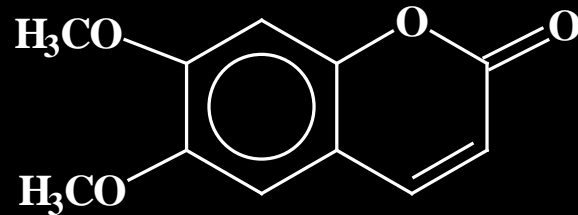
# *Tanacetum oshanahanii* (Webb & Berth.) Febles



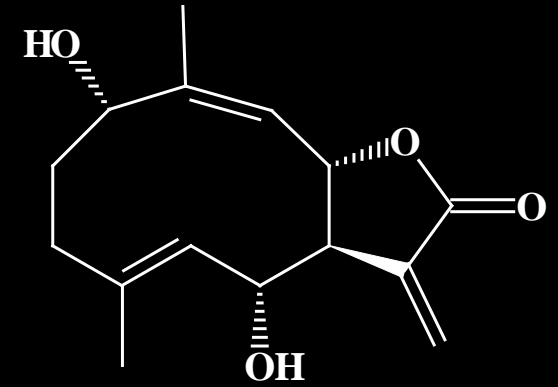
# *Tanacetum oshanahani* (Webb & Berth.) Febles



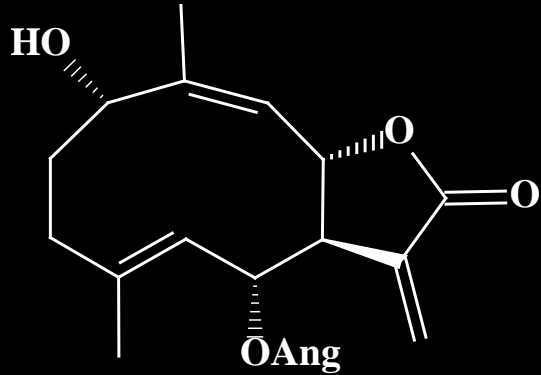
*Escopoletina*



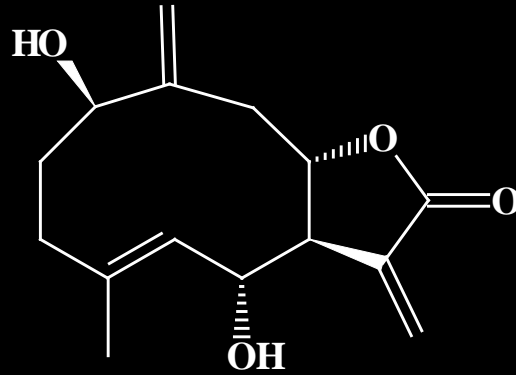
*Escoparona*



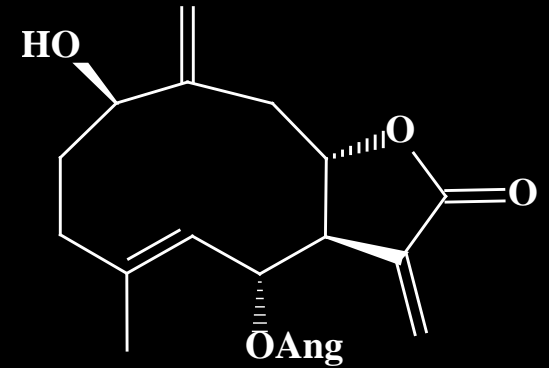
*tatrindina A*



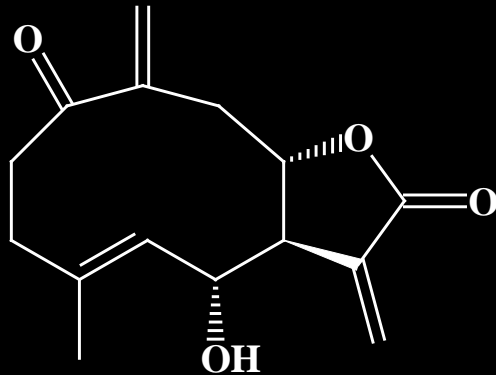
**6-Angelato tatrindina A**



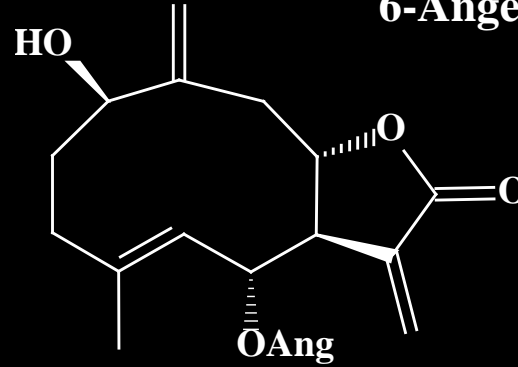
*tatrindina B*



**6-Angelato tatrindina B**

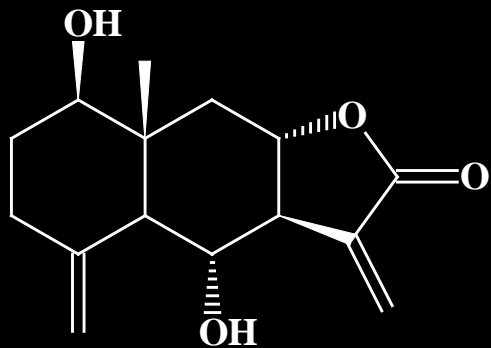


*Tamirina*

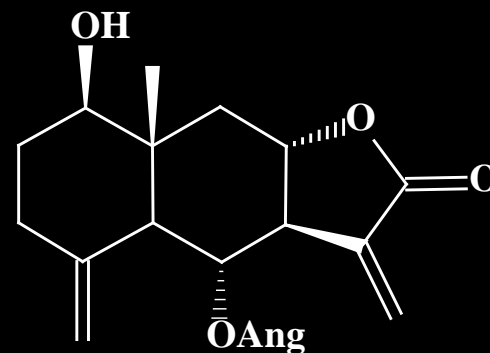


**6-Angelato tatrindina B**

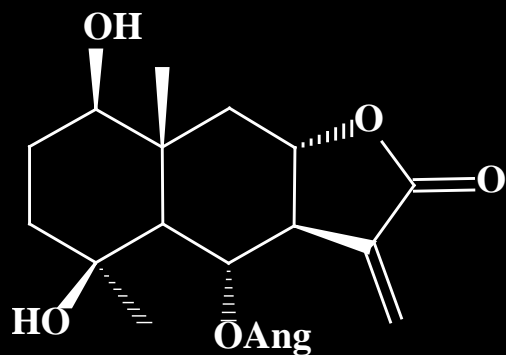
# *Tanacetum oshanahanii* (Webb & Berth.) Febles



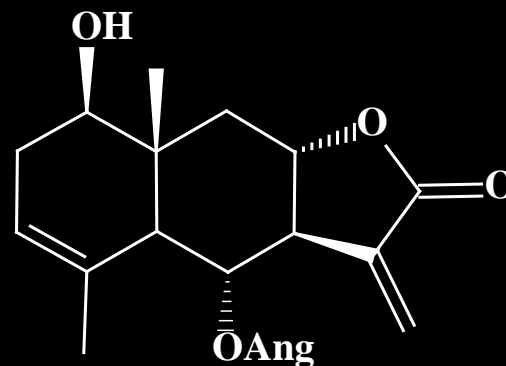
*Desacetil-β-ciclopiretrosina*



**6-Angelato**  
*Desacetil-β-ciclopiretrosina*



**Tanapsina**



**6-Angelato sivasinolido**

# QUIMIOTAXONOMIA

Desde el punto de vista químicos podemos concluir:

- ❑ *Las especies canarias del género Tanacetum, así como las especies de los géneros endémicos Gonospermum y Lugoa presentan un alto porcentaje de lactonas sesquiterpénicas tipo germacrano derivados del desacetillaurenobiolida (Tatridinas A y B y derivados isoméricos, tamirina y espiciformina).*
- ❑ *Asimismo presentan eudesmanolidos tipo  $\beta$ -ciclopiretosina y derivados.*
- ❑ *Este patrón es similar al de otras especies del género Tanacetum . Este hecho podría ser de especial relevancia para una posible delimitación de dicho género.*

# QUIMIOTAXONOMIA

Un análisis del estudio de las diferentes especies estudiadas del género *Tanacetum* podemos deducir que:

□ *Aquellas especies en las que están presentes las tatríditas A y B así como sus derivados isoméricos presentan un predominio de lactonas sesquiterpénicas con esqueleto tipo germacranolida y eudesmanolida.*

□ *Aquellas especies en las que el germacrano predominante es el partenolido están presentes y en algunas especies es predominante el esqueleto tipo guayanolida.*

□ *Otras especies requieren un estudio más exhaustivo de los metabolitos secundarios.*



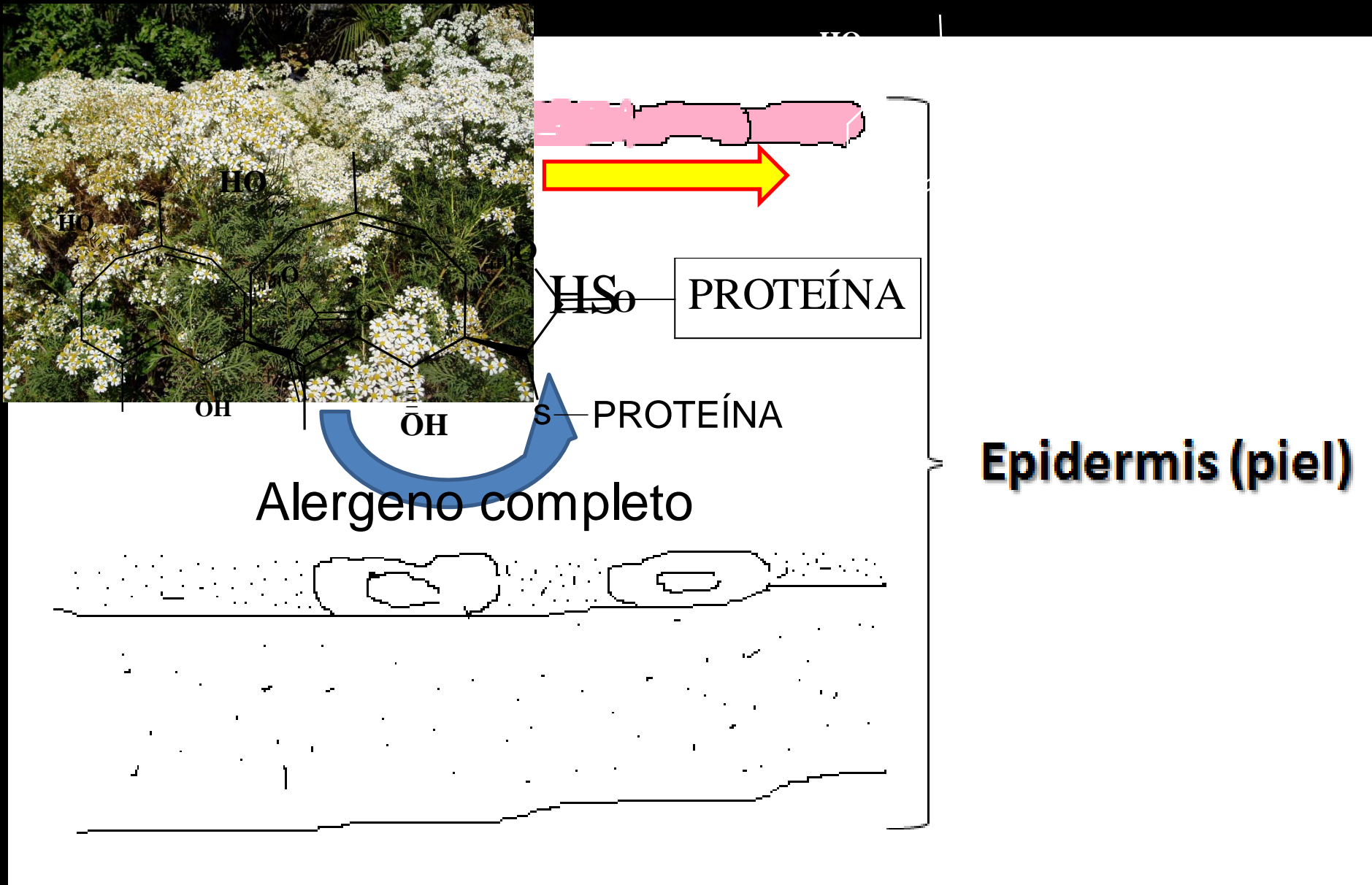
# APLICACIONES FARMACOLÓGICAS

Las plantas del género *Tanacetum* han sido empleadas desde antiguo en la medicina tradicional:

- *Migraña.*
- *Fiebres.*
- *Vértigo.*
- *Trastornos menstruales.*
- *Dolores estomacales.*
- *Procesos inflamatorios*
- *Psoriasis.*

Los metabolitos que median en todos estos efectos farmacológicos suelen ser latonas sesquiterpénicas biológicamente activas.

# APLICACIONES FARMACOLÓGICAS



# APLICACIONES FARMACOLÓGICAS

- Estudios recientes han puesto de manifiesto la acción antimigraña de preparaciones a partir *Tanacetum parthenium* , así como su actividad antitumoral y antiinflamatoria.
- El *parthenolido* actúa inhibiendo la producción de prostaglandina y la secreción de  $5\alpha$ -hidrixitriptamina como mediadores en el proceso de inflamación.
- Este compuesto también ejerce una actividad estimuladora del ensamblaje de la tubulina en el sistema tubulina/microtubulo, lo cual podría representar una diana molecular novedosa en el desarrollo de nuevas estrategias anti cancerígenas.

# APLICACIONES FARMACOLÓGICAS

Con respecto a las especies canarias:

- *El T. ferulaceum* ha sido empleado en la medicina tradicional como espasmolítico.
- Tanto *G. canariense* como *G. fruticosum* son especies vermífugas y astringentes.

# APLICACIONES FARMACOLÓGICAS

Estudios realizados a partir de compuestos aislados de las especies canarias han puesto de manifiesto:

- *La tatrina A, tamirina y reynosina así como sus derivados acetilados inducen apoptosis en células tumorales humanas U397 y HL-60 (leucemia).*
- *Derivados acetilados de compuestos del **Gonospermum gomerae** presentan actividad citotóxica sobre células humanas SK-MEL-1 (melanoma).*
- *La dentatina A y su derivado acetilado inducen también procesos de apoptosis en células leucémicas HL-60 y U397.*