



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE QUIMICA**

**“ASPECTOS QUIMICOS DE METABOLITOS  
SECUNDARIOS EN CORALES (ORDEN  
SCLERACTINIA Y SUBCLASE ALCYONARIA)”**

**TESIS PROFESIONAL**

que para obtener el título de

**Q U I M I C O**

**p r e s e n t a :**

**OSCAR RAFAEL MORENO AROZQUETA**

**México, D. F.**

**1980**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

"ASPECTOS QUIMICOS DE METABOLITOS SECUNDARIOS  
EN CORALES (ORDEN SCLERACTINIA Y SUBCLASE AL  
CYONARIA)"

OSCAR RAFAEL MORENO AROZQUETA  
QUIMICO  
1980

PRESIDENTE: ALFONSO ROMO DE VIVAR  
VOCAL: GUADALUPE VELEZ PRATT  
SECRETARIO: SOCORRO CHAVEZ DE SOBERON  
1er. SUPLENTE: MAURO CRUZ MORALES  
2º SUPLENTE: BEATRIZ MEDINA JIMENEZ

CENTRO DE CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGIA

U. N. A. M.

SUSTENTANTE \_\_\_\_\_  
OSCAR R. MORENO AROZQUETA

ASESOR \_\_\_\_\_  
GUADALUPE VELEZ PRATT

A MI PADRE, PARA QUE  
LA SIENTA COMO SUYA.

A MI MADRE, POR QUE-  
POR PROPIA NATURALE-  
ZA VA A SENTIRSE OR-  
GULLOSA.

A MIS HERMANOS, CON-  
LOS QUE CUENTO SIEM-  
PRE.

A BITA:

POR QUE SUPO CUANDO  
COMBATIR, CUANDO TO  
LERAR Y CUANDO COM-  
PARTIR MI DEDICACION  
A ESTA TESIS.

La integración de este trabajo se debe en gran parte a las siguientes personas e instituciones a quienes hago patente mi agradecimiento.

A GUADALUPE VELEZ, por su confianza y guía.

A ERIC JORDAN, responsable del laboratorio de Ecología Costera del Centro de Ciencias del Mar y Limnología por su apoyo.

A MARTIN y GUALO, por sus comentarios.  
A MANUEL URIBE y el personal de la Biblioteca del C.C.M.L. por su cooperación.

# I N D I C E

## CAPITULO I.

INTRODUCCION	1
METABOLITOS SECUNDARIOS	2
CORALES Y ARRECIFES CORALINOS	3
OBJETIVOS	7

## CAPITULO II.

RECOPIACION Y CLASIFICACION DE LA INFORMACION	10
BUSQUEDA RETROSPECTIVA	10
REVISION DE LAS REFERENCIAS	12
CLASIFICACION DE LA INFORMACION	13

## CAPITULO III.

PRODUCTOS NATURALES DE CORALES	18
--------------------------------	----

## CAPITULO IV.

BIOQUIMICA	23
DESCRIPCION	23
MECANISMOS	30
PROPIEDADES	36
a) ANTICANCERIGENOS	37
b) ANTIBIOTICOS	40
c) INHIBIDORES Y TOXINAS	44
d) PROSTAGLANDINAS	48

## CAPITULO V.

FICHAS Y BIBLIOGRAFIA BASICAS	S/N
-------------------------------	-----

## CAPITULO VI..

CONCLUSION Y DISCUSION	53
APENDICE I.	56
APENDICE II.	58
BIBLIOGRAFIA GENERAL	61

## I N T R O D U C C I O N

El estudio de los organismos vivos, tanto en su fisiología como en su ecología, es un campo en el cual es indispensable la intervención de científicos de muy diversas disciplinas y especialidades. En particular, el enfoque de los objetivos de investigación en este campo, desde el punto de vista químico, ha aportado elementos de conocimiento muy valiosos, descifrando los procesos bioquímicos fundamentales y secundarios y caracterizando las sustancias producidas durante estos procesos.

Resultado del esfuerzo del bioquímico especializado en Química Orgánica es el conocimiento de importantes ciclos metabólicos, procesos fisiológicos, y de muy diversas sustancias y sus modos de acción y propiedades como agentes biológicamente activos.

De esta manera, el químico, en un constante analizar los constituyentes de los organismos vivos, ha descubierto y caracterizado compuestos de interés por sus estructuras y grupos funcionales (Lactonas, esteroides, alcaloides, cembranoides, quinonas, furanos, etc.).

Profundizando en el estudio de la ecología, se han aislado las sustancias responsables de diversos mecanismos de interacción biológica inter e intraespecífica (inhibidores, toxinas, atrayentes sexuales, repelentes, etc.).

Apoyándose en el descubrimiento químico y el bioensayo se ha llegado al descubrimiento y aplicación de diversos productos extraí-

dos de organismos vivos (Antibióticos, astringentes, sedantes, aceites esenciales, pigmentos, etc.).

En este trabajo se presenta una revisión y una síntesis del avance en la investigación acerca de los metabolitos secundarios de corales, aportando la información química que le es útil al ecólogo enfocado al estudio del arrecife coralino; ya que si bien es cierto que es tos organismos empezaron a llamar la atención de los químicos desde 1846 (d), y de 20 años a la fecha han sido sistemáticamente estudiados en este aspecto; la recopilación de la información obtenida hasta la fecha y clasificada en una forma de fácil acceso y un resumen de los puntos que le son útiles al interesado en el arrecife como sistema biológico y como fuente de recursos, no existen aún.

#### Metabolitos Secundarios.

Dentro de la amplia capacidad de síntesis de los organismos, está la posibilidad de producir todo un caudal de sustancias a las cuales se les llama metabolitos secundarios, de acuerdo al concepto de Zahner y Maas (a). "En general, si bien en plantas superiores y animales no es muy sencillo definir la frontera entre metabolismo primario y metabolismo secundario, se consideran metabolitos secundarios, aquellos productos del metabolismo que no son esenciales para el crecimiento del organismo, de forma que las clases de compuestos a los que pertenecen estos metabolitos primarios (aminoácidos, azúcares, intermediarios del metabolismo de carbohidratos, ácidos grasos y otros), están ausentes. Aún cuando el metabolito secundario puede jugar un papel determinante en la vida de los organismos, sus productos no son parte de las-

macromoléculas, ni intermediarios en reacciones que generen compuestos de alta energía, ni parte de coenzimas."

Así; dentro de los metabolitos secundarios encontramos antraquinonas, cumáridas, epóxidos, flavonoides, lactonas, polienos, terpenoides, etc.

El conocimiento de este tipo de sustancias químicas, ha enriquecido el conocimiento biológico por lo que se refiere a como se llevan a cabo múltiples procesos e interacciones biológicas. Baste mencionar que existe ya una publicación periódica (b), que difunde estudios a este respecto, que hay libros (c), artículos y recopilaciones, referentes a la utilización de agentes químicos con efectividad selectiva por parte de vegetales como mecanismos de dominancia, competencia, etc.

En organismos como los vegetales, que no tienen capacidad de movimiento o detección de posibles depredadores, se ha demostrado la importancia de la producción de metabolitos secundarios como una estrategia de adaptación, dando por resultado vegetales que, o tienen un sabor desagradable o son tóxicas para el depredador, o bien modifican la calidad del suelo o la atmósfera haciéndolos inadecuados para especies competidoras.

#### Corales y Arrecifes Coralinos; Generalidades.

Un grupo de organismos que requieren de sustrato adecuado para fijarse y luz para subsistir, son los corales, ubicados en la clasificación filogenética, dentro del Phylum Cnidaria o celenterados (ver cuadro I). Son organismos muy primitivos dentro de la escala evolutiva, con una diferenciación mínima de tejidos y funciones. Casi todos los -

corales son organismos coloniales, constituidos por individuos llamados pólipos (ver figuras I y II), que se unen entre sí por extensiones de la pared de sus cuerpos.

Los organismos que abarca este estudio caen dentro de dos subclases y tres órdenes distintos.

Los escleractinios o hexacorales son importantes desde el punto de vista de la biología y la geología, ya que las colonias producen un exoesqueleto, mediante la deposición de carbonato de calcio (aragonita), y las grandes concentraciones de corales aportan una buena parte de los carbonatos que constituyen un arrecife coralino. Los hexacorales sin embargo, presentan una muy baja relación biomasa/tamaño (B/T), ya que la colonia comprende una capa de tejido vivo muy delgada que recubre el esqueleto de carbonato de calcio, el volumen del cual va aumentando como resultado del crecimiento del organismo, que se manifiesta en un incremento del número de pólipos, los cuales ocupan una superficie cada vez mayor.

Aparentemente esta baja relación B/T y las dificultades que existen para separar el tejido vivo de la roca calcárea, han desalentado a los químicos en su búsqueda por productos útiles y nuevos. (ver figura III).

Por otro lado, dentro de la clase de los alcionarios, se encuentran importantes organismos que constituyen una parte sumamente importante de la biomasa de los arrecifes coralinos (127,f), siendo los más abundantes y diversos los que pertenecen a las ordenes Alcyonacea y Gorgonacea (21.g). Los primeros, tienen un esqueleto únicamente constituido por material espicular (cristales de calcita entre .01 y 2 milí-

metros). Los gorgonáceos, además de las espículas, poseen un esqueleto axial de material protéico esclerotizado (gorgonina). En ambos casos, la relación B/T es alta, ofreciendo una o unas cuantas colonias, material suficiente para su tratamiento y estudio químicos (ver figura III)

Salvo contadas excepciones, los corales son organismos simbióticos, asociados a algas unicelulares llamadas Zooxantelas, que se encuentran alojadas en células especiales dentro del tejido del pólipo. Estas algas participan muy activamente en el proceso de calcificación (h) intercambian sustancias energéticas con el pólipo ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$ , glicerol, aminoácidos, guanina, adenina, etc.) (j) y hay elementos para considerar que juegan un papel determinante en la síntesis de productos naturales de corales (ver sección de bioquímica).

Debido a esta simbiosis con algas fotosintetizadoras, los corales necesitan aguas claras y cálidas, de aquí que los arrecifes de coral se encuentren distribuidos en un cinturón tropical, delimitado aproximadamente por los 20 grados de latitud Norte y Sur.

En un arrecife coralino; los hexacorales conforman el ambiente, transformándolo estructural y biológicamente, ya que sus variadas formas de crecimiento causan alteraciones en la penetración de la luz, el movimiento del agua, la materia orgánica en suspensión, etc. En su distribución en el arrecife coralino, los hexacorales presentan patrones de zonación por especies muy marcados, de manera que se encuentran grandes zonas donde una sola especie ocupa prácticamente todo el espacio disponible.

Es importante mencionar que en un arrecife coralino, la competencia por espacio es un factor de suma importancia, ya que es un sistema biológico con una altísima diversidad de especies y altas densidades -

poblacionales, en el cual abundan los organismos bentónicos y sésiles (algas, esponjas, corales, anémonas, etc.). En resumen: El arrecife coralino es un ecosistema complejo cuyo componente estructural principal son los hexacorales y entre cuyos componentes de biomasa más importantes están los octocorales. En este sistema se dá un alto grado de interacciones inter e intraespecíficas que determinan el éxito de las especies que lo integran.

El conocimiento de cuales son estas interacciones y los diversos mecanismos que las caracterizan, es aún incompleto, tanto por ser un campo de estudio relativamente reciente, como por las dificultades técnicas inherentes al estudio de organismos acuáticos.

Este estudio, de hecho, nace con el objetivo de fundamentar e iniciar una investigación acerca de la existencia de mecanismos alelopáticos en el arrecife coralino (entendiéndose por alelopatía la modificación del medio ambiente por medio de substancias químicas que inhiben la implantación o el crecimiento de especies competidoras por el espacio y la luz).

En México existen comunidades coralinas tanto en el Pacífico y Golfo de Baja California como en el Golfo de México a además, las costas del Caribe, en la región de Quintana Roo, están franqueadas por un arrecife de barrera que nace en la zona Norte de la costa Este de la Península de Yucatán y se prolonga hasta Centro América.

El estudio de este arrecife, y de los corales en general, se inició intensamente en nuestro país de unos cuantos años a la fecha, a raíz de la necesidad de diseñar un programa para la explotación de un coral en particular, Plexaura homomalla, fuente de un importante grupo

de sustancias con amplia actividad fisiológica: Las prostaglandinas.

Objetivos.

Ante la patente necesidad de conocer la organización del medio ambiente y las relaciones ecológicas del sistema donde se localiza un recurso; se ha considerado importante hacer más fácil el acceso a la información publicada con respecto a la capacidad de biosíntesis de los corales y los datos acerca de las actividades y el posible significado biológico de sus productos naturales, así como aportar información sobre las posibilidades del arrecife con una fuente de compuestos con valor comercial.

De acuerdo con todo ésto; los objetivos del presente trabajo son:

- 1º Una investigación bibliográfica que cubra todos los documentos publicados hasta la fecha acerca de los productos naturales de los corales.
- 2º Elaboración de fichas que permitan con un mínimo esfuerzo, conocer las características fundamentales reportadas para un compuesto dado a través de una fácil localización de las referencias.
- 3º Utilizando como criterio de selección los conocimientos acerca de las especies de corales que existen o abundan en los mares nacionales; reunir en capítulos respectivos la información pertinente a:
  - a) Bioquímica del Metabolismo secundario de corales.

b) Las posibilidades e importancia de los metabolitos secundarios de corales como agentes-activos en las interacciones biológicas o como sustancias farmacológicamente útiles.

CUADRO I  
GENERALIDADES SOBRE CORALES

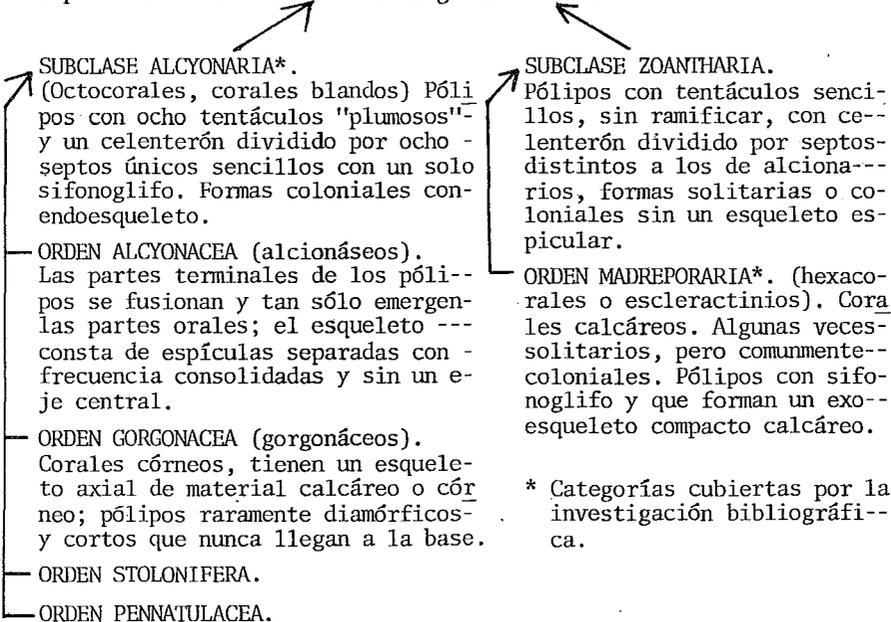
PHYLUM CNIDARIA  
(Celenterados o Cnidarios)

Simetría radial o modificada tendiendo a bilateral. Boca rodeada de tentáculos. Poseen nematocistos. Carecen de peines ciliados para nadar.



CLASE ANTHOZOA  
(Anémonas marinas y corales)

Cnidarios exclusivamente polipoides con rica mesoglea celular, en algunas formas aproximada a un tejido fibroso conectivo. La pared del cuerpo se vuelve en la boca, formando un stomodeum que se abre en un celenterón, y éste se divide en compartimientos por medio de septos con nematocistos a lo largo de su borde.



## RECOPIACION Y CLASIFICACION DE LA INFORMACION

La información necesaria para elaborar el presente trabajo fue recopilada por diversos medios, tanto por lo que se refiere a las referencias como a la forma en la que se hizo la consulta de los artículos.

Las referencias (citas bibliográficas) se obtuvieron a través de dos fuentes distintas:

I<sup>c</sup> Una búsqueda retrospectiva de bibliografía en Chemical Abstracts y en Biological Abstracts.

II<sup>c</sup> Una revisión de las referencias citadas en los artículos recuperados a través de I.

### BUSQUEDA RETROSPECTIVA.

En Febrero de 1979, con apoyo del Laboratorio de Ecología Costera del Centro de Ciencias del Mar y Limnología (UNAM) se elaboró, con la asesoría del Centro de Información Científica y Humanística (UNAM), una revisión bibliográfica retrospectiva con el objeto de seleccionar la información más relevante acerca de los corales en los diversos aspectos que se consideraban importantes para el estudio de estos organismos, y que se enumeran a continuación:

Bioquímica y Fisiología

Metabolitos Secundarios

Daños por Contaminación

Biología

Técnicas Experimentales Aplicables a su Estudio

Procesos de Calcificación

Esta revisión se hizo en los bancos computarizados de Chemical Abstracts y de Biological Abstracts de la siguiente manera:

En Biological Abstracts se utilizaron como descriptores: Coral, Anthozoa, Octocorallia, Alcyonaria, Scleractinia, Madreporaria, Antibatharia, Gorgonidae, Plexauridae, Ellisellidae, Briaridae. (Diversas clase, subclase y familias de corales).

Utilizando estos descriptores se recopilaron todas las referencias que aparecieran mencionadas en las siguientes secciones:

A<sup>c</sup> METODOS DE AISLAMIENTO:

1055 Porfirinas y Pigmentos

1056 Lípidos

1057 Esteroides y Esteroles

1058 Carbohidratos

B<sup>c</sup> ESTUDIOS QUIMICOS, BIOQUIMICOS, BIOLOGICOS.

1050 Generales

1062 Acidos Nucléicos, Purinas, Pirimidias

1063 Vitaminas

1064 Proteínas, Péptidos, Aminoácidos

1065 Porfirinas y Pigmentos Biliares

1066 Lípidos

1067 Esteroles y Esteroides

Cubriéndose un lapso de 1969 a 1978 inclusive.

En Chemical Abstracts, que tiene un sistema más avanzado de clasificación, fueron suficientes los descriptores: Coral, Corals.

Estos descriptores se aplicaron a las siguientes secciones:

C A 003 Interacciones Bioquímicas

C A 004 Toxicología

C A 009 Métodos Bioquímicos

C A 012 Bioquímica de No Mamíferos

Cubriéndose un lapso de 1972 a 1978 inclusive.

Esta revisión proporcionó un total de 293 referencias acerca de los temas enunciados anteriormente, de entre los cuales -- fueron seleccionados los artículos referentes a la capacidad de los corales de sintetizar sustancias con posibles actividades biológicas diversas: Lactonas, alcoholes, quinonas, etc. Basándose en que muchos compuestos de este tipo participan en interacciones alelopáticas (c,e).

Con este criterio fueron seleccionadas 52 referencias de un total de 293 que aportó la revisión. Del estudio de esta información surgió el interés de llevar a cabo el presente trabajo, ya que se hizo evidente la riqueza de la química de corales y la falta de una recopilación de esta información en un solo trabajo para ser manejada y utilizada por quienes estudian el arrecife coralino y los corales desde el punto de vista de su biología general, y de su ecología y sus posibilidades como recurso, en particular. Para ésto, se procedió a completar la información al respecto.

#### R E V I S I O N

Analizando las referencias citadas en los artículos enlistados en la revisión retrospectiva, se llegó a la conclusión de que la química del metabolismo secundario de los corales empezó a estudiar sistemáticamente de 20 a 25 años a la fecha, salvo unos cuantos estudios aislados anteriores (Por ejemplo: d,k,l). Por medio de las referencias de los diversos artículos que se revisaron se llegó a una recopilación total de 146 artículos, secciones de libros y patentes; que son la base de este trabajo.

Los artículos que no eran accesibles por estar publicados en colecciones que no se encuentran en las bibliotecas de México (de acuerdo al catálogo del CICH y CONACYT) fueron localizados en Chemical Abstracts y de acuerdo al extracto fueron pedidos, cuando lo ameritaban a través del CICH.

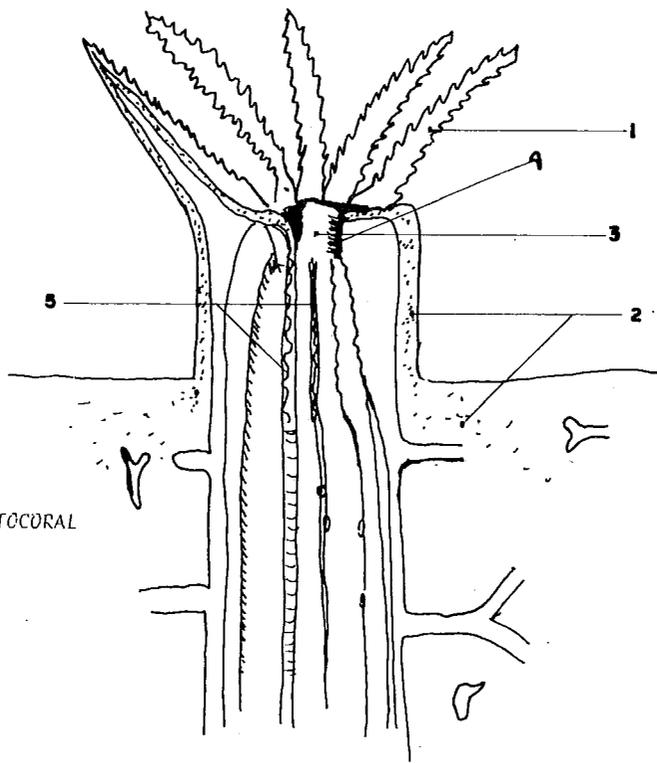


FIGURA I  
POLIPO DE OCTOCORAL

- 1- TENTACULO
- 2- MESOGLEA
- 3- FARINGE
- 4- SIFONOGLIFO
- 5- FILAMENTO MESETERIAL
- 6- COENENQUIMA
- 7- ESQUELETO CALCAREO

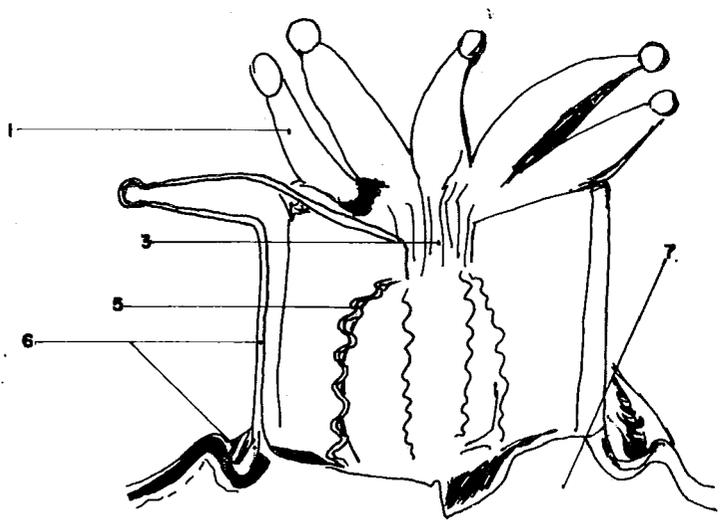
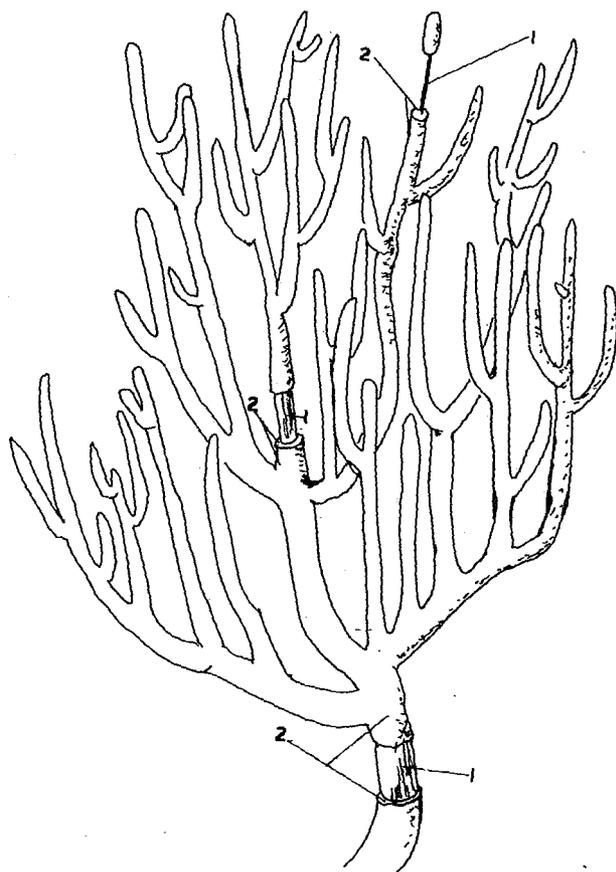
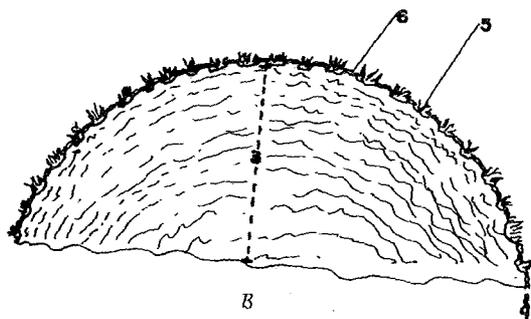


FIGURA II  
POLIPO DE HEXACORAL



1= ESQUELETO AXIAL  
 2= BIOMASA SUSCEPTIBLE DE  
 ANALISIS QUIMICO PARA  
 INVESTIGACION DE PRO-  
 DUCTOS NATURALES

A  
 ESQUEMA DE LA PROPORCION  
 B/T PARA UN OCTACORAL



3= ESQUELETO DE ARAGONITA  
 4= ESPESOR DE LA CAPA DE LA  
 BIOMASA, COMPUESTA DE:  
 5= POLIPOS  
 6= COENENCHIMA

B  
 ESQUEMA DE LA PROPORCION  
 B/T PARA UN HEXACORAL

FIGURA III

### CLASIFICACION DE LA INFORMACION.

La información contenida en estos artículos y referencias fué ordenada en dos secciones:

a) Una sección que cubre los capítulos:

III. Productos Naturales de Corales.

IV. Bioquímica.

Estos capítulos reúnen la información referente al título que llevan y ésta se analiza destacando los puntos más importantes de acuerdo a los objetivos descritos, es decir, cubriendo todo lo referente a aquellos corales que crecen en México; los Gorgonáceos, y destacando algunos puntos generales o interesantes acerca de los Alcionáceos. En el Capítulo III, sólo se tratan unos cuantos ejemplos de estructuras novedosas o interesantes, ya que un análisis profundo desde un punto de vista estrictamente de la Química Orgánica sería tema suficiente para un trabajo sumamente extenso, quedando este análisis fuera de los objetivos de esta recopilación.

b) Una sección que está cubierta por las fichas del Capítulo-

V.

Estas fichas se elaboraron de acuerdo al cuadro II anexo, siguiendo el criterio que se detalla a continuación:

1° NOMBRE: Nombre con el cual es publicado el compuesto al ser descubierta o elucidada su estructura.

2° ESTRUCTURA: Fórmula estructural

3° FORMULA CONDENSADA

4° CLASIFICACION QUIMICA: De acuerdo al autor

- 5<sup>o</sup> FUENTE DE EXTRACCION, LUGAR DE PROCEDENCIA, CONCENTRACION  
(estos dos últimos cuando se publican)
- 6<sup>o</sup> ACTIVIDADES BIOLOGICAS REPORTADAS
- 7<sup>o</sup> REFERENCIAS: Autor principal y año, para remitirse a la -  
lista de bibliografía del anexo V-A.
- 8<sup>o</sup> NOTAS

Las fichas se encuentran ordenadas alfabéticamente de acuerdo al nombre del compuesto, tomando en cuenta para ésto, siempre la primera letra latina del nombre principal, sin tomar en cuenta el prefijo químico, letra griega o número. (Por ejemplo Hidroxiancep-senolida está después ancepsenolida en la A y no en la H.)

1<sup>o</sup>  $\alpha$  Cubebeno en la C, no en la A.

2<sup>o</sup> Desoxilemnacarnol está en la L.

Debido a que en algunos artículos no se dá un nombre común para el o los compuestos reportados, las fichas de estos compuestos se encuentran reunidas de acuerdo al nombre común de su esqueleto (cembrano, furano, etc.) y en grupos de acuerdo a su fuente de extracción.

Este sistema permite mantener los compuestos relacionados entre sí juntos, facilitando el conocimiento de los derivados o similares de un esqueleto básico.

FORMATO DE LAS FICHAS

A N V E R S O

R E V E R S O

NOMBRE

REFERENCIAS (Continúa)

FORMULA ESTRUCTURAL

FORMULA CONDENSADA

CLASIFICACION QUIMICA

FUENTE DE EXTRACCION, LUGAR DE PROCEDENCIA, CONCENTRACION \*\*\*NOTAS:

ACTIVIDADES

REFERENCIAS

CUADRO II

Las fichas mantienen en blanco los espacios referentes a información de la cual no se dispone aún o no ha sido publicada, con el objetivo de que se puedan actualizar eventualmente.

En el anexo V-A se da una lista de toda la bibliografía que se refiere a metabolitos secundarios de corales encontrándose las referencias ordenadas alfabéticamente de acuerdo al primer apellido del autor principal y - para varias referencias al mismo autor, cronológicamente.

Los formatos en los que se da la bibliografía son:

Para Artículos de Revistas:

Autor (Apellido, iniciales)

Título del Artículo

Publicación (Título abreviado de acuerdo a la propia revista)

Volumen/Número/Páginas (año)

Para Simposia o Congresos:

Autor (Apellido, iniciales)

Título de Congreso (año)

(Editores) Páginas, Editorial, (año de impresión)

Para Tesis:

Autor (Apellido, iniciales)

Grado por el que optó

Universidad y Año

Para Libros:

Autor

Título

Volumen y/o parte, páginas

Editor y/o Editorial

(año)

Para Patentes:

De acuerdo al formato en que se citen en el artículo.

De esta manera se obtiene información con facilidad y se puede mantener actualizada de una forma sencilla.

### PRODUCTOS NATURALES DE CORALES

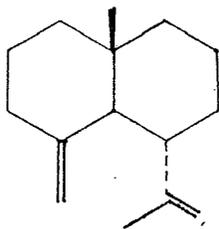
Como se ha especificado en la introducción y en el Capítulo anterior, el presente trabajo está dirigido básicamente a apoyar el estudio del arrecife coralino en su ecología y en sus posibilidades como una fuente de recursos. Aún así, se considera que tanto las fichas como las diversas secciones son de utilidad para quien tenga interés en el aislamiento químico e identificación de los metabolitos secundarios de corales, y como resultado de un análisis de la información reunida, saltan a la vista muchos compuestos novedosos o peculiares.

A excepción hecha de la taurina y la taurobetaína, y posiblemente las lactonas del género *Pterogorgia*, todos los metabolitos secundarios hasta ahora reportados para corales son esqueletos isoprenoides: esteroides, diterpenos (cembranoides y no cembranoides) y sesquiterpenos. Encontrándose entre ellos lactonas, alcoholes, cetonas y algunos furanoides.

Hay que llamar la atención al respecto de la rotación óptica que presentan los sesquiterpenos aislados de corales, ya que todos aquellos que tienen isómeros o equivalentes de procedencia terrestre son antípodos de ellos (133, 40, 127, 21, 134) conociéndose a la fecha tan solo una excepción a esta regla (Ver tabla 7 de bioquímica, la cual da los datos relativos al ledol, la excepción y dos ejemplos de comparaciones entre antípodos ópticos).

Se ha considerado interesante mencionar por separado algunos de los compuestos que a juicio de sus descubridores o de otros investigadores en el campo presentan en su estructura alguna novedad de importancia dentro de la rama de los productos naturales.

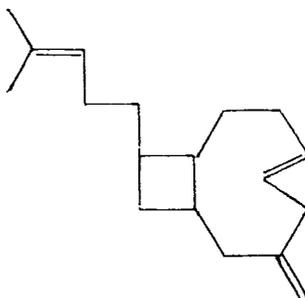
Dentro de los sesquiterpenos aislados de gorgonáceos se reporta el --  
(+) -  $\beta$  -gorgoneno.



+ G O R G O N E N O

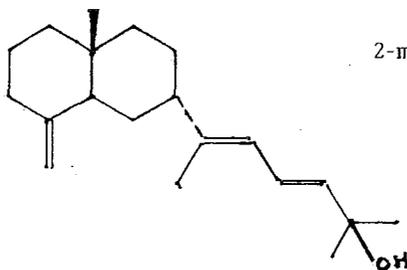
Considerado poco usual por tener, de acuerdo a Weinheimer (134), un residuo isoprenílico descolocado y era, para 1968, el primer análogo encontrado para el monoterpeno silvestrenol. Su configuración absoluta fué determinada por cristalografía de su complejo con  $\text{Ag NO}_3$  (70). Su posible vía de biosíntesis se detalla en la sección de bioquímica (134, 70, 127, -133).

Varios sesquiterpenos interesantes, ya que generan un esqueleto nuevo, fueron aislados de Xenia elongata y X. macrospiculata, esta colección de sesquiterpenos con un anillo de nueve carbonos son la Xenicina (130) y la Xeniculina (64) con esqueletos afines entre sí, y por otro lado, el Xeniafilenol y el Oxo Xeniafilenol (64), estos dos últimos, dando lugar a que se proponga el esqueleto fundamental Xeniafileno:



X E N I A F I L E N O

Como la gran mayoría de los diterpenos aislados de corales son compuestos cembranoides (que incluyen epóxidos, alcoholes, lactonas, etc.), resaltan las excepciones dentro de esta tendencia, entre las cuales se encuentra el compuesto aislado de Lobophytum hedleyi, una eusdemanoida - cuya estructura se determinó por métodos espectroscópicos y de degradación química (16). El 2-metil-6 (4 $\alpha$ -metil, 8'-metileno-transperhidro naptalen-2' y 1) hepta 3,5 dien 2-01, el cual aparte de ser el primer diterpeno no cembranoide reportado para alceonáceos y gorgonáceos, tiene la característica de aparecer como un relativo al eudesmano, cosa común en sesquiterpenos, pero poco frecuente en diterpenos'.

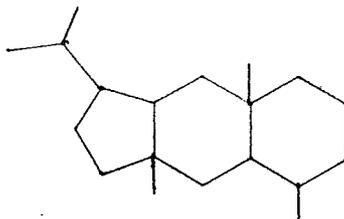


2-metil-6 4 $\alpha$  metil 8 metileno...

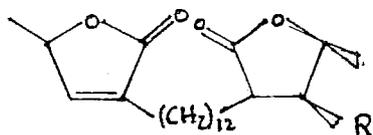
Por otro lado, Clavularia inflata (la única especie reportada que pertenece a un género distinto, el de los estoloníferos) se han aislado también diterpenos no cembranoides; el 1 $\alpha$ , 4 $\beta$ -dihidroxiclavular, 17 eno (cuya estructura fué determinada por difracción de Rayos X), el 4 $\beta$ -hidroxiclavular 1 (15) 17 dieno, y el 3 $\alpha$ , 4 $\beta$ -dihidroxiclavulara-1 (15), 17-dieno cuyas estructuras se determinaron por intercorelación química con el primero (23).

En base a estos compuestos se sugiere el esqueleto:

Clavularano

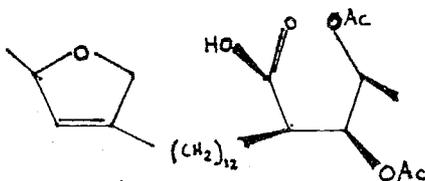


Las lactonas aisladas de Pterogorgias han sido tema de un buen número de artículos (110, 111, 41, 133, 106, 40); aparentemente el ácido - guadalupénsico, la ancepsenolida y la hidroxiancepsenolida son una excepción dentro de los productos naturales de corales.



R=H ancepsenolida

R=OH hidroxiancepsenolida



ácido guadalupénsico

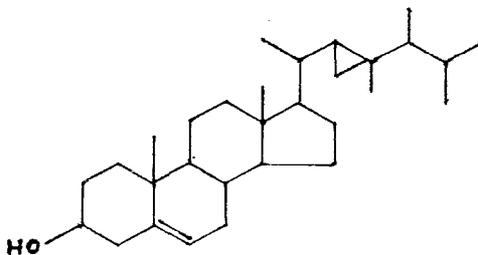
Dentro de los muy pocos productos nitrogenados reportados se encuentra la Norzooanemonina (139), aislada de Pseudopterogorgia americana, cuya estructura se dedujo a partir de sus propiedades espectroscópicas y se comprobó sintetizándola.



Norzooanemonina

El gorgosterol ha sido, aparentemente, uno de los descubrimientos más interesantes. Fué detectado por Bergman en 1943 (8) y más recientemente varios estudios (65) llegaron a la determinación de la estructura de la cadena lateral por métodos espectroscópicos y por degradación química. Posteriormente se establece su estereoquímica, (37) y el gorgosterol, un esteroide ampliamente distribuido en celenterados marinos (40, -38, 10,111), aparece con el esqueleto usual del colesterol ( pero una cadena lateral C<sub>11</sub>) con sustituciones en los carbonos 22 y 23 y un anillo ciclopropano en la cadena lateral. Varios derivados o relativos al gorgosterol han sido también aislados posteriormente (78, 10).

Gorgosterol



Tratadas un poco más a fondo en una sección especial, está toda una serie de prostaglandinas aisladas de Plexaura homomalla, siendo, por ahora la única fuente no mamífera que permite obtener dichos compuestos.

Existen muchos otros compuestos interesantes por detalles más o menos relevantes, según sea el caso, pero su análisis detallado no tiene por objeto hacerlo en el presente trabajo; se sugiere una revisión a la literatura de acuerdo a los que despiertan interés observando las fórmulas a las estructuras en las fichas o una consulta a las citas 40, 127, 21, las cuales proporcionan recopilaciones parciales que destacan la importancia de algunos de estos productos.

## B I O Q U I M I C A

### 1<sup>o</sup> Descripción.

Tanto para el estudio de sus orígenes, como para su aprovechamiento, es importante conocer cómo es que los productos naturales se distribuyen de acuerdo a las variaciones taxonómicas, al lugar de origen de la materia prima, a la época del año, etc.

Por lo que respecta a corales, esta información se encuentra dispersa desde este punto de vista, ya que aún se está en la etapa en la que lo más importante es reportar productos novedosos o de cierta actividad específica, y al clasificar el conocimiento acerca de una especie, considerando la información acerca de ejemplares de distinta procedencia, es frecuente encontrar reportes sobre metabolitos secundarios diferentes, pero no datos suficientes para saber si la composición de los productos de metabolito secundario es en sí distinta o los productos ya conocidos no se investigan más o no se reportan.

Aún así, se ha podido obtener cierta información interesante, de acuerdo a los compuestos reportados en varios artículos.

Eunicca mammosa es una especie relativamente abundante en todo el Caribe. En la Tabla I. podemos apreciar como se distribuyen los diterpenos característicos de la especie. Es interesante hacer notar que tanto a la Eunicina (II), como a la Cueunicina (III) y al acetato de Eupalmerina (I), se les ha detectado actividad biológica (ver fichas). Con respecto a los sesquiterpenos, sus concentraciones relativas, y aún el hecho de que estén ausentes o presentes es función de su lugar de origen. La importancia de este tipo de comparaciones salta a la vista al apreciar como los Cayos de Florida, que se dividen en Altos y Bajos (Upper and Lower), ofrecen uniformidad en su concentración de sesquiterpenos, pero no en la de diterpenos. (Referencias 41, 40, 34, 133).

T A B L A I

Variabilidad en Eunicca mammosa.

	I	II	III	IV	V	VI
BIMINI	*				*	
JAMAICA	*	*				*
ST. VINCENT	*				?	?
PROVIDENCIA	*				?	?
ST. THOMAS	*				?	?
BELICE	*				?	?
UPPER FLA. KEYS	*	*			*	**
LOWER FLA. KEYS	*				*	**
PUERTO RICO	*		*		?	?
CURAZAO	*			*	?	?

Clave:

DITERPENOS

- I. EUNICINA
- II. JEUNICINA
- III. ACETATO DE EUPALMERINA
- IV. CUEUNICINA

SESQUITERPENOS

- V. GERMACRENO
- VI. MUROLENO
- ? NO REPORTADO
- \* REPORTADO

El género *Pseudoplexaura* presenta, tanto en el Acetato de Crasina I (diterpeno), como en los sesquiterpenos (II-X), una distribución muy uniforme en las especies analizadas (ver tabla II). En este caso, el Acetato de Crasina ha sido probado con efectividad como anticancerígeno (140) II y V no se reportan presentes donde se marcan (?), pero tampoco ausentes, en este caso, cabe esperar que si P. flagellosa y P. wagnaari son analizadas para buscar βylangeno y Calameneño, los resultados sean positivos. (40, 133, 140).

T A B L A I I

Género Pseudoplexaura.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
P. porosa	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
P. flagellosa	*	?	*	*	?	*	*	*	*	*
P. wagnaari	*	?	*	*	?	*	*	*	*	*

- I. ACETATO DE CRASINA  
 II. βYLANGENO  
 III. αCUBEENO  
 IV. αMUOLENO  
 V. CALAMENENO  
 VI. αCOPAENO  
 VII. β COPAENO  
 VIII. β EPIBURBONENO  
 IX. CADINENO  
 X. "ALOARMOMADENDRENOIDE"

La Ancepsenolida, la Hidroxiancepsenolida y el Acido Guadalupésico son tres compuestos característicos de las Pterogorgias, a un grado tal que ningún compuesto siquiera similar ha sido reportado para ninguna otra especie de corales. En este caso, (ver tabla III) es extraño que el tercer miembro del género, P. citrina, no contenga ninguno de los dos -- compuestos. Desgraciadamente, las muestras tienen distinta procedencia; pero aún así, este hecho ha dado lugar a que surja la duda respecto a la taxonomía de P. citrina (111, 40), la cual no embona, químicamente en la clasificación taxonómica que le corresponde.

T A B L A I I I

	I	II	III
<u>P. anceps</u> (Bimini)	.8%	.09%	--
<u>P. guadalupensis</u>	3.1%	----	1.0%
<u>P. citrina</u> (Miami)	---	-----	--

-- AUSENTE

I. ANCEPSENOLIDA

II. HIDROXIANCEPSENOLIDA

III. ACIDO GUADALUPENSICO (ACETATO)

Existen, por otro lado, compuestos que aparecen distribuídos en diversas especies (ver tabla IV).

Hay que hacer notar que tan solo sesquiterpenos se han reportado con amplia distribución específica (40, 133, 73), para gorgonáceos.

T A B L A I V

	I	II	III	IV	V
<u>Plexaurella dichotoma</u>	*	*		*	
<u>Plexaurella grisea</u>	*	*		*	
<u>Plexaurella fusifera</u>	*	*		*	
<u>Plexaurella nutans</u>	*	*			
<u>Muricea elongata</u>	*	*		..	*
<u>Eunicea Mammosa</u>				*	
<u>E. palmeri</u>			*	*	
<u>Pseudoplexaura porosa</u>			*	*	*
<u>P. wagnaari</u>			*	*	
<u>P. flagellosa</u>			*	*	

I.  $\beta$  -BISABOLENO

II.  $\beta$  -CURCUMENO

III.  $\beta$  -COPAENO

IV.  $\alpha$  -MUROLENO

V.  $\beta$  -YLANGENO

Por otro lado, como muestra la tabla V, para alcionáceos, existen diterpenos, cembranoides, que presentan una amplia distribución (40, -- 100, 82, 101, 131, 125, 142, 84).

T A B L A V

	I	II
<u>Sinularia flexibilis</u> (I. leti)	*	*
<u>Sinularia flexibilis</u> (Australia)	*	*
<u>Sarcophyton</u> sp.	*	
<u>Nephtea</u> sp. (Eniwetok)	*	

I. CEMBRENO A.

II. SINULARIOLIDA

Y también en alcionáceos (tabla VI), en los géneros Lemnalia y Paralemnalia se presenta una combinación de sesquiterpenos peculiar; cuyo es queleto fundamental (lemnacarnol) es el mismo. (21).

T A B L A V I

	I	II	III	IV
<u>Lemnalia africana</u>			*	
<u>L. carnosa</u>	*			
<u>L. Laevis</u>			*	
<u>Paralemnalia digitiformis</u>		*		
<u>F. thirisoides</u>			*	*

- I. LEMNACARNOL
- II. LEMNALACTONA
- III. 2-DESOXILEMNACARNOL
- IV. 2-DESOXI-12-OXOLEMNACARNOL

Es en un alcionáceo donde se ha reportado el único compuesto de origen coralino cuya rotación óptica coincide con la de su equivalente aislado de plantas. En la tabla VII se presentan los sesquiterpenos aislados de Cespitularia aff. subviridis, y su rotación óptica, comparadas a sus equivalentes aislados de plantas terrestres. (22, m)

T A B L A V I I

	TERRESTRE	MARINO
PALUSTROL	-17°	+14°
LEDOL	+ 5°	+ 5°
VIRIDIFLOROL	+ 4°	- 5°

Cabe destacar, por último, la existencia de dos compuestos nitrogenados que se han aislado únicamente de los dos corales blandos del Caribe (tabla VIII).

T A B L A V I I I

Briareum asbestinum	=====	TAUROBETAINA
Erythropodium caribeorum	==	SULFATO DE COLINA

### Mecanismos.

Si bien los corales han despertado el interés de los científicos en sus procesos metabólicos desde hace tiempo, son dos los problemas que ha acaparado este interés:

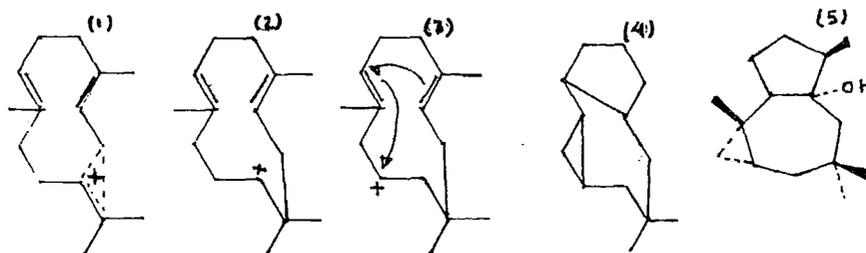
- 1<sup>o</sup> La calcificación, es decir, cuáles son los mecanismos por medio de los cuales los hexacorales depositan el carbonato de calcio y la participación de las zooxantelas en este proceso. (h)
- 2<sup>o</sup> La importancia de la simbiosis con las zooxantelas; es decir, si hay intercambio de metabolitos, básicamente a nivel nutrición y compuestos estructurales, entre el pólipo y el alga, tanto en octocorales como en hexacorales (h).

Por lo que respecta al metabolismo secundario de estos organismos, la información es muy escasa, ya que salvo un artículo que se menciona al final de este capítulo, en los artículos que llevan como tema un o unos compuestos determinados, tan sólo se hacen alusiones con evidencia indirecta con respecto a:

- 1) Sus posibles precursores
- 2) La participación de las zooxantelas en la biosíntesis de estos productos.

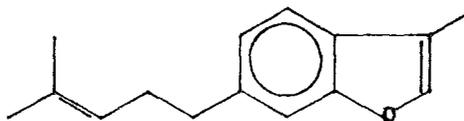
Para los sesquiterpenos, se encuentra la siguiente información:

El africanol fué considerado un sesquiterpeno novedoso en la fecha de su descubrimiento (122, 127) y para él se postula la siguiente vía de biosíntesis.

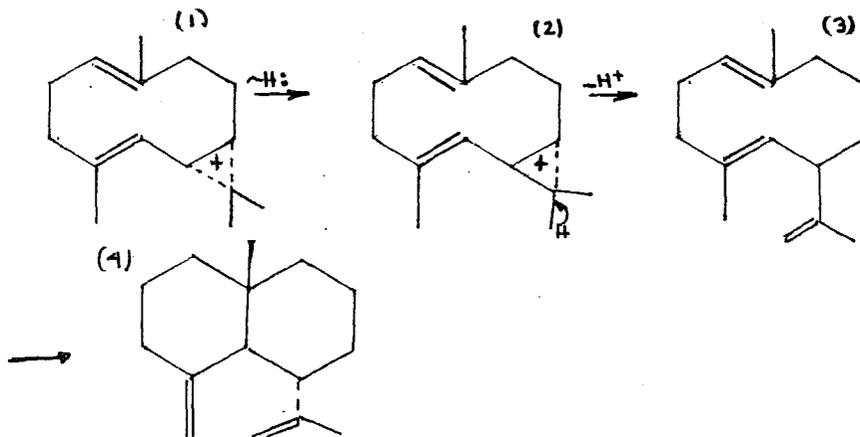


Para el furovaleno se postula que es una excepción tanto en su estructura como en su posible biosíntesis, ya que no es posible asignar le un precursor farnesil (137) proponiéndose la desmetilalilación de un precursor monoterpeneoide en la posición 8, seguido de la formación del furano y la aromatización.

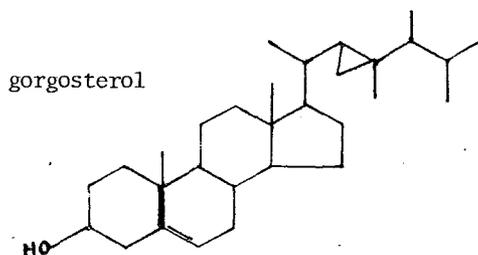
furovaleno



Otro sesquiterpeno para el que se postula un mecanismo es el  $\beta$ -gorgoneno, al cual Weinheimer (134) le asigna la siguiente vía:



Por lo que respecta al gorgosterol, Hale et. al (65) proponen que en la biosíntesis del gorgosterol participa un precursor  $\Delta 22$ , además - de que son varios los esteroleos que presentan esta característica. Por otro lado, la presencia del ciclopropano parece presentar una evidencia respecto al postulado (n) de que los ciclopropanos podrían ser intermedarios en la introducción de grupos metilo en la cadena lateral del co lesterol.



En cuanto a la naturaleza e importancia de la relación simbiótica-entre el pólipto y las zooxantelas, el intercambio de diversos metaboli--tos primarios entre ambos ha sido estudiado y comprobado (23, 127, h), -por lo que no es lejana la posibilidad de que en la síntesis de los metabolitos secundarios sea importante la participación de estas algas.

Existe de hecho, un estudio con una especie de gorgónido en parti--cular: Eunicella stricta, la cual tiene dos formas, una que se encuentra en zonas someras y otra de zonas más profundas (forma aphyta), la cual -carece de zooxantelas. Esta última, además, no contiene la eunicellina,-característica de la Eunicella stricta de zonas someras. (74).

Braeckman (21) resalta los siguientes datos acerca de los esteroleos polihidroxi--lados aislados a partir de corales blandos:

a) Todos son derivados hidroxi--lados del 24 metilo o 24 metilencoleo--terol, siendo éstos los compuestos más abundantes en la mezcla de estero

les presentes en corales blandos que están asociados simbióticamente a zooxantelas.

b) La mezcla de esteroides del animal es idéntica a la mezcla extraída de zooxantelas aisladas.

c) Cualquier porción del animal es capaz de incorporar  $^{14}\text{C}$  a la fracción esteroideal.

d) La configuración absoluta en  $\text{C}_{24}$  del 24 metil colesterol y metil colestano aislados de corales blandos es S.

Como el 24 metil-colesterol es abundante en muchas algas unicelulares examinadas y además las algas producen generalmente esteroides de configuración S, a diferencia de los provenientes de plantas superiores que son R, Braeckman propone que en la simbiosis pólipo-zooxantela:

1<sup>o</sup> Las algas son responsables de la biosíntesis de los esteroides

$\text{C}_{28}$ .

2<sup>o</sup> Las zooxantelas son las precursoras de los esteroides polihidroxilados.

3<sup>o</sup> La hidroxilación puede ser una forma por medio de la cual los corales blandos metabolizan un exceso de esteroides  $\text{C}_{28}$ .

El estudio experimental más específico sobre este punto que se ha publicado, consiste en una investigación acerca de la biosíntesis del acetato de crasina, utilizando Pseudoplexaura porosa (103).

El acetato de crasina se encuentra en forma de cristales en los tejidos de Pseudoplexaura porosa. (conc. aprox. 4.4% de la corteza) y -

el análisis de cortes histológicos por microscopía muestra que estos cristales se localizan asociados a las zooxantelas del huésped, si bien se -- pueden encontrar escasamente distribuidos en otras partes de la colonia, pero nunca en las zonas que carecen de algas.

En experimentos con soluciones de  $^{14}\text{C}\text{CO}_2$  0.11. Mc/Mmol ó  $^{14}\text{C}\text{AcO}^-$  0.20 Mc/Mmol (1) y con  $^{14}\text{C}\text{CO}_2$  0.165 Mc/Mmol, ó  $^{14}\text{C}\text{AcO}^-$  .50 Mc/Mmol. (11), en las cuales se incubaban puntas de colonias por un período de dos horas expuestas a la radiación solar, y en los que se evaluaron la radioactividad del producto debido a la función acetato y los efectos de coprecipitación, el aislamiento de Acetato de crasina, y su radioactividad, llevan a concluir que el acetato es más importante que el carbonato como precursor del producto por un rango diez veces mayor aproximadamente, si bien alrededor del 40% del acetato marcado se incorpora directamente formando el éster.

De esta forma, concluyen que el complejo gorgónido-zooxantela tiene capacidad para sintetizar Acetato de crasina de "de novo" y mencionan que los intentos de sintetizar acetato de crasina a partir de zooxantelas aisladas han sido infructuosos.

Aparentemente y de acuerdo a la información publicada, parece cada vez más sólido el postulado de que los metabolitos secundarios de corales son el producto del metabolismo de ambas partes, es decir, alga-animal.

Ahora bien, como hasta ahora se postula, es una sola especie de dinoflagelado (Gimnodinium microadriaticum) la que establece la simbiosis con los alcionarios (p), las diversas variaciones en compuestos que se -- presentan al variar la localidad o la estación (ver sección de bioquímica)

sólo pueden ser explicadas si se considera que existe, en algunos casos cuando menos, cierta influencia de la alimentación o de otros factores locales y estacionales sobre los metabolitos secundarios característicos y sería interesante, entonces desviar la atención hacia lo que en común pudiese haber, en estructura o posible vía de biosíntesis, de los metabolitos diversos que presenta una misma especie con amplia distribución, o los metabolitos secundarios que son comunes a diversas especies.

Propiedades.

Aparentemente, el aislar el principio activo de algún organismo cuyos efectos se conocen (diversos vegetales, p/ej como la coca, algunos hongos, etc.) o buscar si determinado compuesto obtenido a partir de algún organismo tiene una acción o exhibe alguna propiedad biológica, es una actividad que ha redundado en interesantes e importantes descubrimientos en los campos de la química, medicina y biología.

En dos mercados populares de México, se venden algunos ejemplares de corales, asignándoseles propiedades curativas, habiéndose obtenido el mercado de Pátzcuaro una pieza de "arbolito de mar" (Muricea-californica), a la que la vendedora le adjudica la virtud de detener la hemorragia, y en el mercado de la Merced se venden diversas especies de gorgónidos originarios del Pacífico, cuyas propiedades al vendedor mencionó de una manera más vaga, relacionándolos a diversos males.

En las investigaciones acerca de los metabolitos secundarios de corales, la existencia de programas de bioensayo se hace evidente desde los primeros reportes (110, 127, 27, 34), en los que se mencionan diversas actividades biológicas exhibidas por algunos corales o compuestos.

La clasificación de los compuestos activos que se han reportado para estas sustancias es la siguiente:

- a) Anticancerígenos
- b) Antibióticos
- c) Inhibidores y Toxinas
- d) Prostaglandinas

Siendo usual que un mismo compuesto caiga en dos o tres de los grupos antes mencionados y no siendo necesariamente cierto el hecho de que aquellos que no se mencionan como activos no lo sean, siendo muy probable que por las bajas cantidades hasta ahora aisladas o simplemente por falta de interés del investigador a este respecto no hayan sido experimentadas como agentes activos.

a) Anticancerígenos.

En dos trabajos (140, 142) Weinheimer menciona que dentro del programa de estudios de los organismos marinos, se ha llevado a cabo una evaluación de sus extractos crudos, en busca de propiedades anti-neoplásicas. Por lo que respecta a los gorgonáceos, es un 9% de los especímenes estudiados el que reporta ciertas propiedades, las cuales se evalúan en base a dos pruebas:

1° K B: Un bioensayo "in vitro" contra un carcinoma humano nasofaríngeo, reportándose los resultados como la concentración material sometido a prueba que inhibe el crecimiento en un 50% con respecto al control, a los tres días de haberse administrado, o bien, reportándose como positivo si el material resulta en una  $ED_{50}$  de 10 Mg/ml o menor.

2° P S: Un ensayo "in vivo" contra leucemia linfocítica P-388 inoculada a ratones, dándose los resultados en base a un porcentaje del tiempo de supervivencia del control, a partir del momento en que el tiempo de supervivencia del lote experimental sea mayor o igual a un 125% del de control.

Los experimentos hechos con gorgonáceos, y publicados, se refieren a diversas especies del género *Pseudoplexaura* (140) y se dan en la tabla No. I, indicando las dos primeras columnas si los resultados son positivos o negativos y la tercera, la concentración a la cual el ingrediente activo es efectivo, encontrándose que este ingrediente activo es el Acetato de crasina.

T A B L A I

ESPECIE	KB	125% PS	ED <sub>50</sub> Mg/ml (KB)
<u>P. porosa</u>	+	(+)	2.2
<u>P. flagellosa</u>	+	-	2.6
<u>P. wagnaari</u>	+	-	2.0
<u>P. crucis</u>	-*	-*	*

P. crucis (\*) contiene el acetato de crasina en concentraciones tan bajas que sólo mostró una muy débil actividad. El hecho de que -- sólo el extracto de P. porosa muestre actividad de acetato de crasina que contiene.

Con respecto a alcionáceos, es la especie Sinularia flexibilis la que dió resultados positivos en las pruebas y el aislamiento del principio activo llevó a la caracterización de tres compuestos distintos:

COMPUESTO	ED <sub>50</sub> (KB) Mg/ml	125% PS Mg/ml
Sinularina	0.03	0.03
Dihidroxisinularina	16	1.1
Sinulariolida	20	7.0

Según cita Rodríguez en un estudio de lactonas sesquiterpénicas, ca si cualquier arreglo sesquiterpénico que contenga una lactona con un metileno exocíclico exhibe propiedades de inhibición del crecimiento de células derivadas del carcinoma epidermoide de la laringe humanos.

Sinularina y Sinulariolida poseen este metileno, y la dihidrosinularina tiene saturado el enlace al metilo exocíclico, mostrando los tres -- compuestos, actividad antineoplástica.

La sinularina y el acetato de crasina tienen en común varias características estructurales: La lactona; substitución cis en 1, 3, 4; y geometría trans en 7. 8, 11, 12, pero su configuración es enantiométrica, -- siendo  $\beta$  en el carbono 1 con respecto al 7 ver (ver figura 1), para el a cetato de crasina y  $\alpha$  para sinularina.

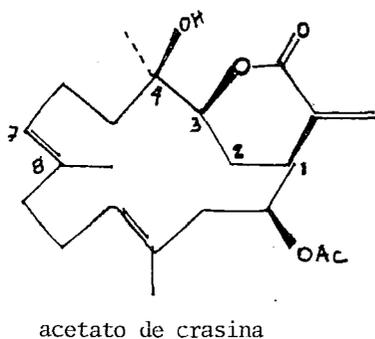
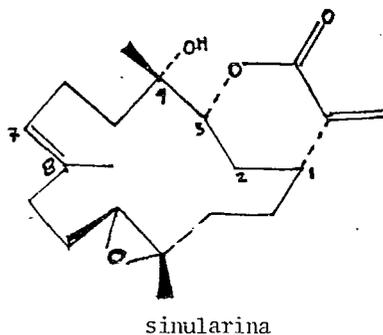


Figura (I)



Erman y Neeman (57), citan que de acuerdo a Kupchan, son muchas las lactonas insaturadas que inhiben tumores y que tienen también la propiedad de inhibir el funcionamiento de la enzima fosfofructokinasa.

En el estudio que llevan a cabo con la sarcosina, a la cual se le han determinado varias actividades biológicas, se demuestra su capacidad de inhibir la fosfofructoquinasa, a través de su unión con grupos tiol de la enzima y se postula que su actividad se debe a la insaturación  $\alpha-\beta$  a través de la cual se unen los grupos tiol de la enzima

b) Antibióticos.-

Los primeros ensayos con respecto a las propiedades antibióticas de los corales datan de 1958 (27), cuando Brurkholder y Burkholder mencionan la actividad antibacteriana de las siguientes especies:

Pterogorgia anceps

Pseudopterogorgia americana

Gorgonia flabellum

Briareum asbestinum

Plexaura homomalla

Plexaurella dichotoma

Sin publicar los resultados cuantitativos, menciona que la actividad se localizó tanto en extractos acuosos como de otros disolventes, así como con trozos de coral, todos estos ensayos hechos sobre placas de agar y contra diversas bacterias y microorganismos marinos y terrestres. (Clostridium fesiari, Micrococcus aureus, Bacillus subtilis, Escherichia coli) y resalta el hecho de que todas las pruebas hechas con hexacorales dan resultados negativos.

Posteriormente, en 1960, Cierezsko reporta:

- El acetato de crasina como inhibidor activo de Entamoeba Hystolítica, a una concentración de 1/50 000.
- La eunicina y un "aceite volátil" de Eunicea mammosa como activos contra Staphilococcus aureus Y Clostridium fesiari.
- Un semisólido obtenido por destilación por arrastre de vapor de Gorgonia flabellum como activo contra Streptococcus pyogenes y Mycobacterium tuberculosis.

De las pterogorgias, el ácido guadalupésico se reporta como un agente antibiótico de mediana fuerza contra S. aureus y Mycrobacterium smegmatis. (110).

En 1975, Burkholder publica (28) un estudio amplio sobre propiedades antibióticas de celenterados arrecifales y por lo que respecta a corales cubre dos puntos:

1<sup>o</sup> De los hexacorales se observó actividad bacteriana contra bacterias gram-positivos, ésto especialmente en muestras provenientes de las Filipinas, donde los octocorales son relativamente escasos. Si bien los datos que permitan la evaluación del papel de los antibióticos en los corales duros no son aún suficientes, parece ser que las estructuras calcáreas y secreciones abundantes de mucus ofrecen mecanismos efectivos de protección contra organismos infecciosos o depredadores.

2<sup>o</sup> Las pruebas hechas para gorgonáceos se resumen en la tabla a continuación, en la cual se asigna a cada coral el radio en milímetros de las zonas de inhibición en placas de agar y donde el subíndice "p"-

indica inhibición parcial. Las muestras de gorgonáceos proceden de lugares cercanos a St. Thomas, en las Islas Vírgenes.

## Bacterias Marinas

ESPECIE	B subtilis	E. coli	E. cándida	No. 13	No. 24	No. 20
-----						
	Radio de Inhibición de Crecimiento (mm.)					
Briareum asbestinum	0	0	0	0	5	0
Eunicea asperula	10	11	5	12	12	10
Eunicea calyculata	7	8	2	5	10	4
Eunicea laciniata	11	10	3p	7	15	8
Eunicea laxispica	3	2	0	5	6	4
Eunicea mammosa	4	7	2p	6	12	4
Eunicea succinea	3	7	1p	5	8	3
Gorgonia ventalina	8	10	4	9	11	5
Muricea atlántica	10	10	8	10	12	8
Muricea elongata	7	9	3p	8	13	6
Muriceopsis flavida	3	7	2	4	7	2
Plexaura homomalla	9	12	3	9	15	12
Plexaurella dichotoma	6	10	1p	5	12	3
Plexaurella porosa	3	4	0	3	5	3
Pseudoplexaura crucis	4	7	1p	5	7	3
Pseudoplexaura flagellosa	6	2	0	3	8	3
Pseudoplexaura wagnaari	5	9	1	5	7	3
Pseudopterogorgia americana	5	12	3	9	9	4
Pseudopterogorgia acerosa	4	8	3	5	9	5
Pterogorgia guadalupensis	8	10	2	7	11	4

(p = inhibición parcial)

c) Inhibidores y Toxinas.

El hecho de que organismos estacionarios como los corales puedan florecer en un medio habitado por numerosos depredadores potenciales - se puede atribuir, cuando menos en parte, a la presencia de substancias orgánicas endógenas que les proporcionen medios químicos de defensa (c).

Los corales son notorios por evitar la implantación e impedir el crecimiento de las algas, microorganismos y larvas de otras especies - (27). La observación de estos factores motiva casi naturalmente a indagar acerca de los mecanismos gracias a los cuales los corales logran - estas propiedades y a buscar en los diversos productos químicos aislados de ellos, diversas actividades que los ligen a la explicación de estas observaciones.

Tursch (127) menciona que la evidente protección de los alcionáceos contra depredadores grandes como peces o gastrópodos puede ser -- justificada por la presencia de terpenoides tóxicos, algunos de los -- cuales han sido probados a este respecto, teniéndose los datos de toxicidad que se ennumeran a continuación:

COMPUESTO	LD <sub>50</sub>	ESPECIE DE PRUEBA (PECES)
Sarcofina	3 mg/l	<u>Gambusia affinis</u>
Africanol	4 mg/l	<u>Lebistes reticulatus</u>
Crasolida	7 mg6L	" "
Lobofitolida	12 mg/l	" "

Por lo que se refiere a la capacidad de prevenir la implantación o el crecimiento de algas unicelulares, Capnelenos, Sinulariolida y -- Lemnialiosida, demostraron ser poderosos inhibidores del crecimiento de: Chaetoceros septentrionalis, Protocestrum micans y Amphidinium carterae.

De los productos extraídos de gorgonáceos, el Acetato de crasina, la Cueunicina y la Jeunicina, han sido sometidos a experimentación con Tetrahymena pyriformis como sujeto, siendo los resultados para el acetato de crasina los siguientes: (40).

0.027 Mm.- aumento del tiempo de generación.

0.133 Mm.- decremento en la población

decremento en la movilidad, muerte

De la Cueunicina y la Jeunicina, para los cuales no se reportan - datos cuantitativos, se menciona que son aún más activos.

Del mismo Acetato de crasina se reporta que a diversas concentraciones (0-133-0.226 Mm; 50-100 Mg/lit) resulta letal para metazoarios, - (Asplanchna), larvas de Anuran, Diaptomus, algunos moluscos gastrópodos

y Lebistes (peces).

Los Metabolitos Secundarios de Corales y su Posible Papel Ecológico.

En los ecosistemas y comunidades biológicas se da una constante interacción entre los organismos que los integran, así como de éstos con el ambiente físico-químico. Estas interacciones comprenden distintos tipos y niveles de relaciones, de manera que se habla de redes tróficas, patrones de dominancia, competencia, productividad, etc. y del conjunto de características en general que exhibe una población uniespecífica dentro de su ambiente depende su probabilidad de éxito para perpetuarse en el tiempo.

Desde este punto de vista, los corales son organismos sésiles, requieren de un sustrato adecuado para implantarse, espacio para crecer, alimento y luz por su naturaleza simbiótica, y el único mecanismo de agresión que se ha estudiado en estos organismos es el de la digestión extracelentérica, que consiste en un ataque de tipo enzimático que las colonias de hexacorales pueden llevar a cabo a distancia (1 cm.), extendiendo sus filamentos mesenteriales (órganos filamentosos), sobre posibles competidores por espacio (r), existiendo escalas de agresividad extracelentérica por especies y siendo un mecanismo que se ha encontrado efectivo no sólo contra otros corales, sino contra esponjas (s).

Este comportamiento se ha observado únicamente en hexacorales, pero no se sabe de ningún equivalente para octocorales, de los cuales se conoce poco con certeza acerca de qué características o medios em-

plean para sobrevivir con éxito en un ambiente arrecifal, donde la competencia por sustrato y espacio es tan notoria y la alta biomasa de potenciales depredadores que lo habitan (peces, gastrópodos, etc.) prácticamente no se alimenta de ellos, conociéndose tan solo unas cuantas relaciones alimenticias (Vgr. Siphoma gybossum).

Ciereszko (41) menciona que una alta diversidad de productos naturales puede considerarse típica de organismos sésiles o de muy lento movimiento. (en holotúridos también se da una alta diversidad, (t) y en los cuales han ido prosperando mecanismos químicos; de defensa contra invasión (sobrecrecimiento) por otros organismos; de diferenciación entre especies cercanamente relacionadas, de comunicación y de toxicidad para posibles depredadores.

Aún para los mismos hexacorales, elemento estructural fundamental del arrecife coralino, la digestión extracelentérica no es una explicación del todo convincente a la zonación que se presenta en los arrecifes, y las consideraciones acerca de la influencia de los diversos parámetros físicos y la profundidad en la calidad de la región donde domina una especie o la ventaja que representa una determinada forma o velocidad de crecimiento, no alcanzan a sintetizarse en una teoría al respecto que descarte la participación de mecanismos aleopáticos en la zonación.

Como se puede ver, la biología de los corales y la ecología de los arrecifes coralinos pueden ganar información muy valiosa con el trabajo interdisciplinario de biólogos, químicos y bioquímicos sobre metabolitos secundarios de los coralés.

d) Prostaglandinas.

El descubrimiento más importante hasta la fecha, en función de los compuestos descubiertos y el número de publicaciones en que aparecen, es el que se refiere a las diversas prostaglandinas aisladas del coral Plexaura homomalla. (Esper).

Las prostaglandinas son hidroxiácidos insaturados con un anillo de cinco miembros en un esqueleto de veinte carbonos. Estos compuestos se detectaron en base a su actividad como vasodepresores (u) y estimulantes de músculos lisos. Como, aparentemente en los mamíferos las prostaglandinas no se acumulan en los tejidos, sino que son sintetizadas por éstos en cuanto son necesarias, los niveles de concentración son muy bajos --- (Mg/g de peso húmedo).

El interés principal en las prostaglandinas nace de su versatilidad biológica y el amplio rango de los efectos que presenta este conjunto de compuestos, aunado a una alta especificidad por compuesto. También, las prostaglandinas producen sus efectos en concentraciones sumamente bajas - (hasta ng/ml), siendo suficientes algunos mg., en situaciones clínicas, para producir una respuesta. De hecho, se encuentran entre los materiales biológicos más potentes que se conocen, estando sus propiedades basadas en su acción sobre procesos específicos, regulación de la actividad de -- músculos lisos, de la secreción (incluyendo secreciones glandulares endócrinas) o flujo sanguíneo.

Algunos de los efectos más importantes de las prostaglandinas se han detectado en el sistema reproductivo femenino, incluyendo estímulo de -- contracciones uterinas, facilitando las labores de parto, aborto terapéu-

tico, inducir la menstruación en caso de falla.

La baja concentración de prostaglandinas en las diversas fuentes naturales antes conocidas, no tenía visos de satisfacer la demanda de prostaglandinas que serán necesarias desde el punto de vista médico. - Por otro lado, si bien se han investigado diversas síntesis químicas, - éstas involucran alrededor de 16 operaciones. (w).

En 1969, Weinheimer y Spraggins (136), reportan el des cubrimiento de prostaglandinas en P. homomalla, en concentraciones del 1-2% de corteza seca.

Estas prostaglandinas si bien no demostraron una actividad igual a la registrada para aquellas obtenidas a partir de tejidos de mamíferos, debido a ser enantiómeros en C<sub>15</sub> (siendo S los de animales superiores y R las de los corales); su alta concentración en el gorgónido (comparado a 300 Mg/ml del plasma seminal humano, la fuente más rica - hasta entonces conocida) y la posibilidad de transformarlas en prostaglandinas S por vías químicas (50, 114, 115), dieron importancia muy especial al estudio de P. homomalla, interés que se vió aumentado al encontrarse especímenes de este organismo que contenían diversas prostaglandinas S idénticas a las obtenidas de mamíferos (113).

Actualmente, hay vasta información sobre las diversas prostaglandinas encontradas en los corales, así como su conversión, como se puede ver en las tablas I y II.

Si bien es cierto que algunas industrias han hecho grandes avances en la síntesis de las prostaglandinas más activas, para un país como México que no cuenta con una tecnología nacional tan avanzada como la que se requiere para obtener estos compuestos sintéticamente, P. ho-

momalla ofrece una alternativa que amerita explotarse de acuerdo con sus posibilidades. En la barrera arrecifal que corre frente a las costas de Quintana Roo, existe una población de P. homomalla que podría ser utilizada como fuente de materia prima para la obtención de prostaglandinas con utilidad médica.

Es precisamente a raíz de la necesidad del estudio de la biología y la ecología de este coral que se inicia en 1975, el análisis de los arrecifes coralinos mexicanos.

En ese mismo año, se inician los estudios en la D.E.S. de la Facultad de Química para desarrollar métodos de extracción y modificación de las prostaglandinas de P. homomalla. (Ver anexo II).

La evaluación de la población de este coral como un recurso renovable y de el estudio del arrecife coralino en México, se está llevando a cabo por investigadores del C.C.M.L., de esta misma Universidad y representa el primer acercamiento al arrecife como una fuente de recursos importantes para la industria farmacéutica. (Ver anexo II).

T A B L A I

Prostaglandinas Aisladas de P. homomalla

1) 15 (R)  $\text{PGA}_2$  (136)

2) 15 (R)  $\text{PGA}_2$  metilester 15 acetato (136)

De acuerdo a Bundy, el que sea 1) ó 2) el compuesto obtenido depende del tratamiento inmediato a la colecta, siendo 2) para especímenes congelados en nitrógeno líquido y 1) para aquellos que se dejan en agua o metanol por algún tiempo después de la colecta.

3) 15 (S)  $\text{PGA}_2$  (113)

4) 15 (S)  $\text{PGA}_2$  metil éster (113)

5) 15 (S)  $\text{PGE}_2$  (113)

6) 15 (S) 5-6 trans  $\text{PGA}_2$  metil éster, 15 acetato (113)

Estos compuestos idénticos a los encontrados en tejidos de mamíferos (salvo 6, sin antecedentes) se encontraron inicialmente en un solo espécimen de las aguas de Florida y posteriormente se vió que especímenes provenientes de las Islas Cayman, eran productores únicamente de prostaglandina S, los especímenes colectados en otras áreas variaron, siendo algunos S, otros R y ocasionalmente, ambos en cantidades a proximadamente iguales.

7) 15 (S)  $\text{PGF}_2$  (trazas) (114)

8) 15 (S)  $\text{PGF}_2$  metil éster (trazas) (114)

9) 13-14 cis- $\text{PGA}_2$  15 acetato (114)

10) 13-14 dihidro  $\text{PGA}_2$  acetato metil éster (114)

T A B L A I I

Prostaglandinas sintetizadas a partir de extractos de P. homomalla.

MATERIA PRIMA	PRODUCTO FINAL	REFERENCIA
15 (S) y 15 (R) $\text{PGA}_2$	$\text{PGE}_2$	( 25)
	$\text{PGF}_{2\alpha}$	( 25)
5 Trans $\text{PGA}_2$	5 trans $\text{PGE}_2$	( 26)
	5 trans $\text{PGF}_{2\alpha}$	( 26)
15 (R) $\text{PGA}_2$ metil éster	15 (S) $\text{PGA}_2$ metil éster	( 26)
$\text{PGA}_2$ metil éster	$\text{PGE}_2$ metil éster	(114)
	$11\beta$ $\text{PGE}_2$ metil éster y acetatos	(114)
15 (R) $\text{PGA}_2$ acetato metil éster	$\text{PGF}_{2\alpha}$	(114)
13-14 Cis $\text{PGA}_2$	13, 14 cis $\text{PGF}_{2\alpha}$	(115)
	13, 14 cis $\text{PGF}_{2\alpha}$	(115)
	13, 14 cis $\text{PGE}_2$	(115)
	15 acetato metil éster	(115)
	$11\beta$ , 13, 14 cis $\text{PGE}_2$	(115)
	y 15 acetato metil éster	(115)

## CONCLUSIONES Y DISCUSION.

Del análisis de la información recopilada se pueden resumir varios puntos interesantes acerca del estado actual de la investigación sobre metabolitos secundarios de corales, que son los siguientes:

Los corales representan una fuente rica de sustancias químicas no vedosas, ya que se obtuvo información acerca de un total de 132 compuestos obtenidos a partir de 55 especies analizadas. Siendo actualmente importante por el fuerte atractivo que ejerce sobre el turismo; por los recursos alimenticios, tanto populares como de alta estima gastronómica -- (peces, caracol, langosta, etc.); y por proporcionar materia prima para artesanía y decoración (piezas de coral, conchas); la presencia en corales de sustancias con diversas actividades biológicas y potencialmente útiles farmacológicamente, llama la atención hacia el arrecife como una fuente de recursos de este género, siendo importante considerar que de los corales puede llegar a obtenerse materia prima para satisfacer la demanda interna de algunos fármacos con actividades de diversa índole (prostaglandinas, anticancerígenos, antibióticos), tanto utilizando las sustancias extraídas directamente, como transformándolas por vías químicas que requieran una infraestructura accesible actualmente y de carácter nacional, por lo menos durante el tiempo necesario para desarrollar una tecnología nacional que permita lograr la síntesis de estos compuestos sin depender de tecnología extranjera.

Cabe aquí mencionar la importancia que tiene el efectuar el inventario de los productos naturales disponibles en los corales abundantes en

las costas mexicanas y, más ambiciosamente, el iniciar estudios en base a la bibliografía disponible y a los avances en diseño de fármacos, para aumentar la efectividad de algunos compuestos respecto a diversas -- sintomatologías.

La bioquímica de corales en general, pero más aún la que se refiere al metabolismo secundario, está en una fase incipiente. Las tablas de la sección de bioquímica descriptiva, además de despertar interrogantes de interés científico "per se", apuntan hacia la necesidad de una mayor cantidad de información en este campo, más aún, si el éxito de la explotación de estos organismos con fines comerciales (Ej. Plexaura homomalla) depende de la confiabilidad en la concentración de las diversas sustancias activas o precursores que puedan proporcionar, y si una comprensión más clara de la ecología del arrecife puede ser velada por la falta de conocimiento acerca del origen y el efecto o el sentido de algunos de estos metabolitos secundarios.

En la ecología de sistemas complejos cuyas características estructurales físicas están determinadas significativamente por organismos sésiles (plantas y árboles en los bosques, corales en los arrecifes), la importancia de mecanismos químicos diversos en la distribución de las especies y en sus estrategias adaptativas (alelopatía y ecología química), cobra cada vez mayor importancia en los trabajos publicados acerca de estos ecosistemas. Un estudio profundo de este tema no puede llevarse a cabo satisfactoriamente si no se tiene información acerca de la capacidad de biosíntesis de sustancias que puedan participar en estas interacciones. En un sistema con una zonación tan marcada como un arrecife coralino, la verificación de la existencia de mecanismos de este tipo, o el re

chazo de esta hipótesis en base a evidencia científica es un punto muy importante en la comprensión de su ecología. De acuerdo a la información ahora recopilada, podemos decir que los octocorales tienen la capacidad de -- sintetizar diversos compuestos en cantidades suficientes para que su participación en diversas interacciones amerite un estudio formal.

Desgraciadamente, acerca de los escleractinios, la información es nula, ya que estudios acerca de sus metabolitos secundarios son prácticamente inexistentes. Es necesaria una investigación enfocada al aislamiento de -- los productos naturales de hexacorales, con el fin, entre otros, de respaldar un esfuerzo dirigido a determinar la importancia o la inexistencia de mecanismos alelopáticos en la estructura comunitaria del arrecife corali--no.

El estudio de los metabolitos secundarios de corales, de sus propiedades y su distribución aporta información general importante para ayudar a la comprensión de la ecología de este ecosistema, pero el alcance de esta información es limitado en cuanto a su utilidad para el estudio de una región en particular, mientras no se disponga de información concierne--específicamente a ejemplares provenientes de la zona estudiada, informa---ción que en parte puede ser obtenida con un esfuerzo relativamente sencillo, una vez que las técnicas de aislamiento y los patrones espectrales de diversas sustancias son fáciles de localizar.

APENDICE I

ESPECIES DE GORGONACEOS EXISTENTES EN LA COSTA MEXICANA DEL CARIBE  
(ZONA NORTE)

A. ARRECIFE FRONTAL

Abundantes:

*Plexaura flexuosa*  
*Pseudopterogorgia americana*  
*Gorgonia flabellum*  
*Eunicea mammosa*  
*Muricea muricata*  
*Muriceopsis flavida*  
*Eunicea tourneforti*

Comunes:

*Muricea atlantica*  
*Pseudoplexaura porosa*  
*Plexaura homomalla*  
*Plexaurella dichotoma*  
*Eunicea caliculata*  
*Pterogorgia citrina*  
*Briareum asbestinum*  
*Gorgonia mariae*  
*Pseudopterogorgia acerosa*  
*Pterogorgia anceps*

Escasas:

*Eunicea laciniata*  
*Pterogorgia guadalupensis*  
*Lophogorgia sanguinolenta*  
*Muriceopsis petila*  
*Pseudoplexaura crucis*  
*Eunicea fusca*

Raras:

*Eunicea succinea*  
*Gorgonia ventalina*  
*Eunicea clavigera*  
*Plexaurella pumila*  
*Plexaurella grisea*  
4 no identificados

B. ARRECIFE POSTERIOR (ZONA PUERTO MORELOS)

Abundantes:

Gorgonia flabellum  
Plexaura flexosa  
Briareum asbestinum  
Plexaura homomalla

Comunes:

Pseudopterogorgia americana  
Eunicea tourneforti  
Muricea muricata  
Eunicea mammosa

Escasas:

Pseudoplexaura porosa  
Muriceopsis flavida  
Lophogorgia sanguinolenta  
Plexaurella dichotoma  
Pseudopterogorgia acerosa

Raras:

Muricea atlantica  
Eunicea calyculata  
Eunicea fusca  
Pterogorgia citrina

De acuerdo al muestreo realizado por el Laboratorio de Ecología Costera del Centro de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM, en el lapso 1977----1978 inclusive.

APENDICE II

CENTROS DE ESTUDIO DE LOS PRODUCTOS NATURALES DE CORALES

Por lo que respecta a los centros en los cuales la investigación acerca de productos naturales de corales se ha llevado a cabo más intensamente, se pueden mencionar fundamentalmente cinco de ellos.

a) University of Oklahoma  
Department of Chemistry  
Norman, Oklahoma 73069  
U.S.A.

Dr. Leon S. Ciereszko  
Dr. Alfred J. Weinheimer  
Dr. Francis J. Schmitz

Quienes reportan prácticamente todo lo que se ha publicado acerca de los gorgonáceos del Caribe.

b) Stanford University  
Departamento of Chemistry  
Stanford, CA. 94305  
U.S.A.

---

Dr. Carl Djerassi

Cuyos reportes se refieren a compuestos aislados a partir de octocorales del Pacífico.

c) Université Libre de Bruxelles  
Unité de Chimie Bio-Organique  
Collectif de Bio-écologie  
Belgium

Dr. J.C. Braeckman  
Sr. Bernard Tursch

Este es el grupo de trabajo más prolífico en cuanto a publicaciones, y han estudiado una gran cantidad de especies del indopacífico.

d) James Cook University  
Townsville, 11d. 4811  
North Queensland  
Australia

Dr. John C. Coll

Este equipo ha seleccionado las especies de corales de la Gran Barrera de Arrecifes, que bordea Australia.

e) The Upjohn Company  
Dept. of Experimental Chemical Research  
Kalamazoo, Michigan 49001  
U.S.A.

Dr. William P. Schneider

Centro de trabajo donde más se ha experimentado con Plexaura homomalla y las prostaglandinas que se pueden obtener a partir de él.

En México, aparentemente se han llevado a cabo tan sólo dos trabajos-- en el Instituto de Química (Flores, S.E., et. al 58, 59) de la UNAM, ya - hace 13 años (1966) con ejemplares obtenidos en el Golfo de México. La Universidad de Oriente, Venezuela, es el domicilio actual del autor.

Los estudios acerca de la química de prostaglandinas a partir de Ple-- xaura homomalla se hacen en:

Facultad de Química  
División de Estudios Superiores

Dr. Gustavo García de la Mora

Y la ecología de la Barrera Arrecifal de Quintana Roo.

Centro de Ciencias del Mar y Limnología  
Laboratorio de Ecología Costera

Dr. Eric Jordán

Dependencias ambas de la Universidad Nacional Autónoma de México.

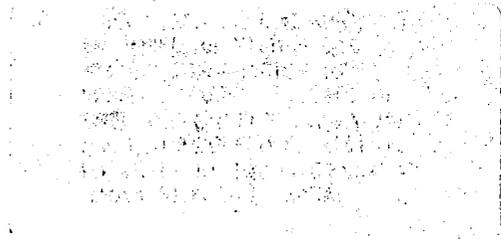
BIBLIOGRAFIA GENERAL

- a) Zahner, H., Maas, W.K.  
Biology of Antibiotics  
Heidelberg Scien. Library Vol. IV.  
Springer-Verlag, New York, 1972
- b) Journal of Chemical Ecology
- c) Rice, E.R.  
Allelopathy  
Academic Press. Inc., 1974
- d) Silliman, L.  
Organic Compounds in Corals  
Am. J. Sci., /1/, 189-92 (1846)
- e) Mc. Pherson, J.K., Muller, C.H.  
Ecolog.-Monog. 39, /2/, 177-198, (1969)  
  
Brooks, M.G.  
West Virg. Agr. Esp. Sta. Bul. 34, 1-37, (1951)  
  
Funke, G.L.  
Blumea, 5, 281-293, (1943)  
  
Sampson, A.W.  
Calif. Agr. Exp. Sta. Bull. 685, 144, (1944)  
  
Foy, C.L., et. al  
"Biochemical Interactions Among Plants"  
Nat. Acad. Sci. Wash., D.C. (1971)  
  
Todd, J.H.  
Sci. Amer. 224, /5/, 99-108, (1971)
- f) Mergner, H., Schumacher, H.  
Helgolander Wiss. Meersunters 26, 238, (1974)
- g) Bayer, F.M.: The Shallow Water Octocorallia of the West Indies  
Region  
M. Nyhoff, the Hague, 1961
- h) Franzisket, Z.  
Forma et functio 1, 153-158, (1969)

- Goreau, T.F., Goreau, N.I.  
Science, /3/, 668-69, (1960)
- Vandermeulen, J.H., Muscatine, L.  
In "Symbiosis in the Sea"  
(Vernberg, W.B., ed.) 1-20  
Univ. S. Carolina Press, (1974)
- i) Goreau, T.F., et. al  
Biol. Bull /4/, 247-260, (1971)
- Johanes, R.E.  
Proc. II. Int. Coral Reef imp. 1, 133-37 (1974)
- Lewis, D.H., Smith, D.C.  
Proc. P. Soc. Land (Ser. R.), 178, 111-129, (1971)
- Muscatine, L., Hand, C.  
Proc. Nat. Acad. Sci. U.S.A. 44, 1259-1263, (1958)
- Van Holt, C., Van Holt, M.  
Comp. Biochem. Physiol. 24, 73-81, (1968)
- j) Jordán, E.  
Informe al CONACYT  
C.U., México, D.F., (1977)
- k) Clarke, E., Wheeler, O.  
Chemical Content Corals  
U.S. Geol. Survey, Paper 124, (1922)
- l) Burkholder, P.R., Evans, A.W.  
Proc. Nat. Acad. Sci. U.S.  
(30), 250, (1944)
- m) Jordán, E.  
Tesis Doctoral  
UNAM (1979)
- G. Ourisson, et. al  
Tables Internationales de constantes seleccionées V-15  
Pergamon Press, London, (1966)
- n) Lederes, E.  
Biochem. J. 93, 449, (1969)

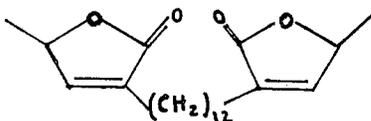
- o) Fieser, L.F. y Fieser, M.  
"Steroids" Cap. II  
Reinhold Publishing Corp.  
New York, N.Y. (1952)
- p) Taylor, D.L.  
In Symbiosis in the Sea  
(W.B. Vernberg ed.) 245-262  
Univ. S. Carolina Press, (1974)
- q) Rodríguez, E.  
Rev. Latin Quim
- r) Lang, J.  
Bull, Mar. Sci. 21, /4/, 952-59, (1971)  
  
Lang, J.  
Bull, Mar. Sci. 23 , /2/, 260-74, (1973)
- s) Hildeman, W.H., et. al  
Nature, 270, 219-23, (1979)
- t) Ruiz Ramos, A.  
Tesis Profesional  
F.G. UNAM, (1976)
- u) Von Euler, U.S.  
Klin Wschr. 14: 1182-83, (1935)
- v) Hinman, J.W.  
Postgrad. Med. J. 46, 526-75, (1970)
- w) Corey, E.J.  
Ann. N.Y. Acad. Sci., 180, 24-37, (1971)  
  
Axen, U.F., et. al  
Total Synthesis of natural products, Vol. III  
(A.P. Simon, J.W., ed.)  
Wiley, Inc. New York, (1972)

FICHAS Y BIBLIOGRAFIA BASICAS





Ancepsenolida



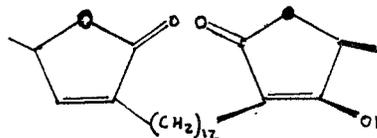
$C_{20}H_{34}O_4$

Lactona (1)  
Polimetilen-butenolida (2)

Pterogorgia anceps, P. guadalupensis (1) (3%) (2)

- (1) Schmitz, F.J., et. al (1969)b
- (2) Ciereszko L.S. y Karns, T.K.B. (1973)
- (3) Schmitz F.J. (1971)
- (4) Schmitz, F.J., et. al (1966)

Hidroxiancepsenolida



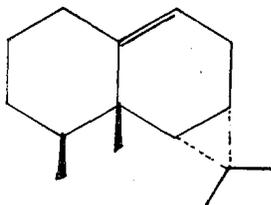
$C_{20}H_{36}O_5$

Polimetilen-butenolida

Pterogorgia anceps (1), (2) 1.53 g/1.9 Kg. de peso seco.

- (1) Ciereszko L.S. y KARNs, T.K.B. (1973)
- (2) Schmitz, F.J., et. al (1969)a

(+) -9 - Aristoleno

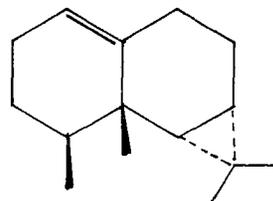


$C_{15}H_{24}$

Sesquiterpeno

Pseudopterogorgia americana, 8% de la fracción sesquiterpénica (2), (3)

(-) - 1 (10) Aristoleno



$C_{15}H_{24}$

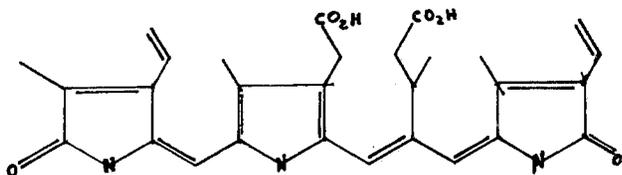
Sesquiterpeno

Pseudopterogorgia americana, 25% de la fracción sesquiterpénica (2)

- (1) Ciereszko, L.S. y Karns, T.K.B. (1973)
- (2) Weinheimer, A.J., et. al (1968)a
- (3) Washecheck, P.H. (1967)

- (1) Ciereszko, L.S. y Karns, T.K.B. (1973)
- (1) Washecheck, P.H. (1967)
- (2) Weinheimer, A.J., et. al (1968)a
- (3) Weinheimer, A.J., et. al (1967)b

Biliverdina, IX- $\alpha$

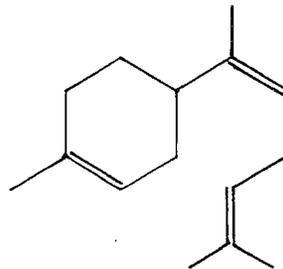


$C_{33}H_{33}O_6N_4$

Heliopora coerulea (1)

(1) Ciereszko, L.S., Karns, T.K.B. (1973)  
(2) Rudiger, W., et. al (1968)

(+) -  $\alpha$  - Bisaboleno



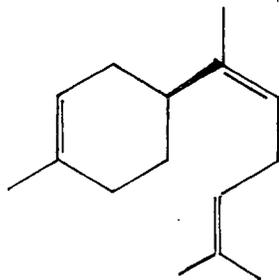
$C_{15}H_{24}$

Sesquiterpeno

Plexaurella dichotoma, P. grisea, P. fusifera (1)

(1) Ciereszko, L.S., Karns, T.K.B. (1973)

(+) -  $\beta$  - Bisaboleno



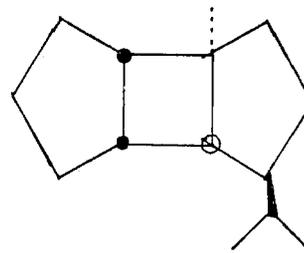
$C_{15}H_{24}$

Sesquiterpeno

Plexaurella dichotoma, (1), P. grisea, P. fusifera  
(2) Muricea elongata, P. nutans (3)

- (1) Weinheimer, A.J., et. al (1967)  
(2) Ciereszko, L.S., Karns, T.K.B. (1973)  
(3) Jeffs, P.W., Lytte, L.T. (1974)

(+) -  $\beta$  - epi - Bourboneno



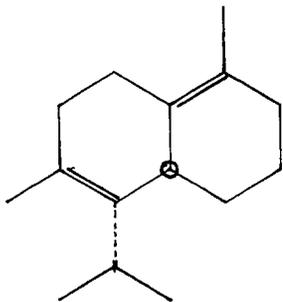
$C_{15}H_{26}$

Sesquiterpeno

Pseudoplexaura porosa, P. wagnaari, P. flagellosa  
(1)

- (1) Ciereszko, L.S., Karns, T.K.B. (1973)  
(2) Youngblood, W.W. (1969)

(-) -  $\delta$  - Cadineno

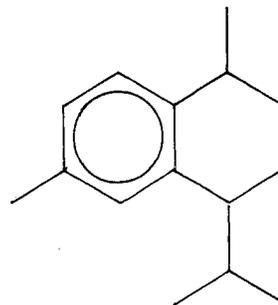


$C_{15}H_{23}$

Sesquiterpeno

Pseudoplexaura porosa, P. wagnaari, P. flagellosa  
(1), (2)

(+) - Calameneno



$C_{15}H_{22}$

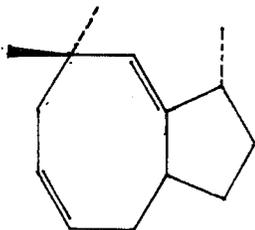
Sesquiterpeno

Pseudoplexaura porosa (1)

(1) Ciereszko, L.S., Karns, T.K.B. (1973)  
(2) Youngblood, W.W. (1969)

Weinheimer, A.J., et. al (1967)

Precapneladieno

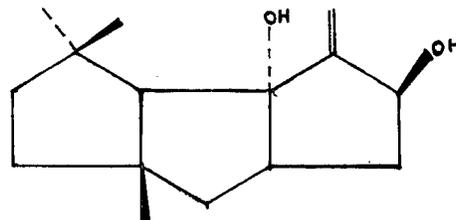


$C_{15}H_{22}$

Sesquiterpeno

Capnella imbricata

$\Delta^9$ , (12) Capneleno  $8\beta$ ,  $10\alpha$  diol



$C_{15}H_{21}O_2$

Sesquiterpeno polihidró-  
xilado.

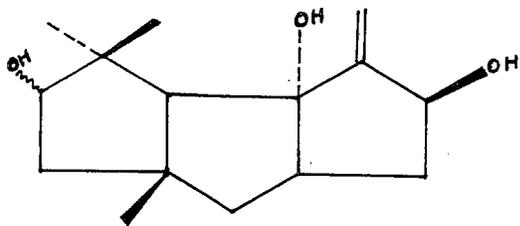
Capnella imbricata Archipiélago Indomalayo (1)

Inhibidor de crecimiento (Protocentrum micans, -  
Amphidinium carterae y otras (1), (2))

Ayanoglu, E., et. al (1979)

(1) Tursch, B. (1976)b  
(2) Sheikh, Y.M., et. al (1976)

$\Delta^{9-(12)}$  Capneleno,  $2\beta$ ,  $8\beta$ ,  $10\alpha$  triol



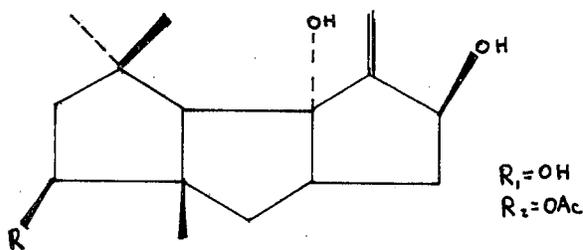
$C_{15}H_{21}O_2$

Sesquiterpeno polihidro-  
xilado.

Capnella imbricata, Archipiélago Indomalayo y Nueva Guinea, (1), (2)

(1) Tursch, B (1976)b  
(2) Sheik, Y.M., et. al (1976)

$\Delta^{9-(12)}$  Capneleno  $3\beta$ ,  $8\beta$ ,  $10\alpha$  triol ( $R_1$ ) y aceta-  
to ( $R_2$ )



$C_{15}H_{19}O_3$  ( $R_1$ )

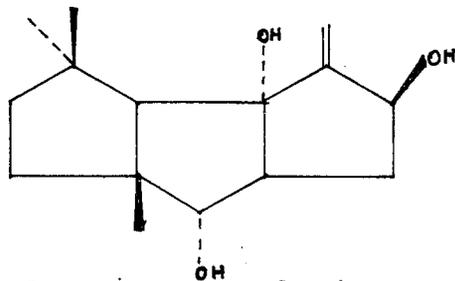
Sesquiterpeno polihidro-  
xilado

$C_{17}H_{21}O_4$  ( $R_2$ )

Capnella imbricata, Archipiélago Indomalayo y Papua, Nueva Guinea (1), (2)

(1) Tursch, B. (1976)b  
(2) Kaisin, M., et. al (1974)

A<sup>9</sup>(12) Capneleno 5 $\alpha$ , 8 $\beta$ , 10 $\alpha$  triol



C<sub>15</sub>H<sub>21</sub>O<sub>3</sub>

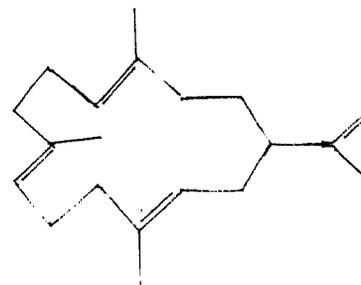
Sesquiterpeno polihidroxiado.

Capnella imbricata, Archipiélago Indomalayo, Nueva Guinea. (1), (2)

Inhibidor de crecimiento de algas unicelulares  
(Chaetoceros septentrionalis, Asterionella japónica y otras) (1)

- (1) Tursch, B. (1976)b  
(2) Sheikh, Y.M., et. al (1976)

(-) - (12) Cembreno A



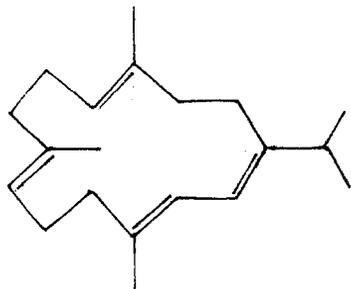
C<sub>20</sub>H<sub>36</sub>

Diterpeno

Sinularia flexibilis, Australia (2), Isla Leti (1),  
Sarcophyton, Sp. (tentativo) (3)  
Nephtea Sp., Eniwetok  $\approx$  41% de peso húmedo (4)

- (1) Patil, V.D., et. al (1973)  
(2) Kazlauskas, R., et. al (1978)  
(3) Ravi, B.N., Faulkner, D.J. (1978)  
(4) Vanderah, D.J., et. al (1978)  
(5) Kodama, M., et. al (1975)  
(6) Tursch, B., (1976)b

Cembreno-C

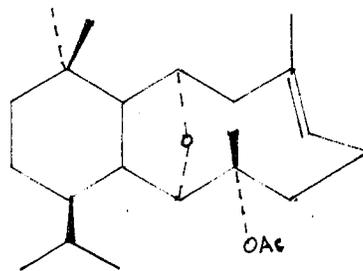


$C_{20}H_{32}$

Diterpeno

Nephtea, Sp. de Eniwetok, .49% peso húmedo (1)

Acetoxi-cladielina



$C_{24}H_{38}O_5$

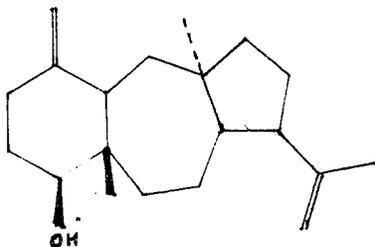
Diterpeno

Cladiella Sp., Australia, 0.15% peso seco (1)

(1) Kazlauskas, R., et. al (1977)

(1) Vanderah, A.J., et. al (1978)

4  $\beta$ , Hidroxiclavulara - 1(15), 17 dieno.



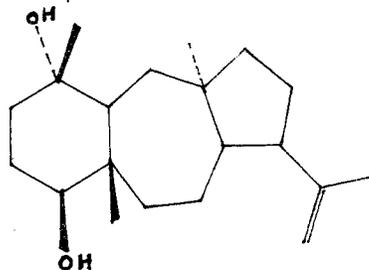
$C_{20}H_{32}O$

Diterpeno

Clavularia inflata, N. Guinea, 0.92% peso seco (1)

(1) Braeckman, J.C., et. al (1978)

1  $\alpha$ , 4  $\beta$ , Dihidroxiclavulara 17 eno.



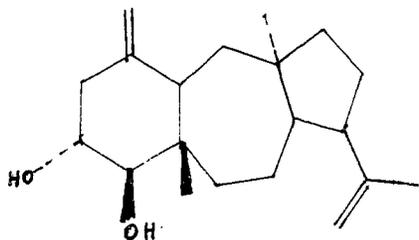
$C_{20}H_{34}O_2$

Diterpeno

Clavularia inflata, N. Guinea, 0.08% peso seco (1)

(1) Braeckman, J.C., et. al (1978)

3 $\alpha$ , 4 $\beta$ , Dihidroxiclavulara - (15), 17 dieno

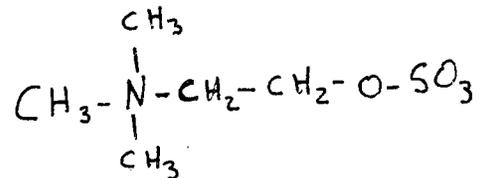


C<sub>20</sub>H<sub>32</sub>O<sub>2</sub>

Diterpeno

Clavularia inflata, N. Guinea, 0.92% peso seco  
(1)

Sulfato de Colina



C<sub>5</sub>H<sub>13</sub>NO<sub>4</sub>S

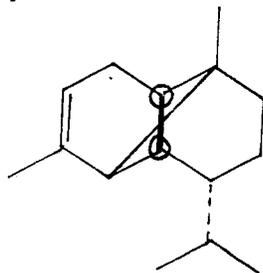
Amina

Erythropodium caribbeorum 0.5-0.6% (1)

Braeckman, J.C., et. al (1978)

(1) Schmidt, R.W., Ciereszko, L.S. (1969)

(+) -  $\alpha$ -Copaeno

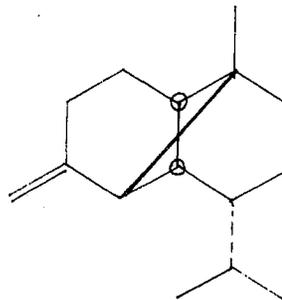


$C_{15}H_{24}$

Sesquiterpeno

Pseudoplexaura porosa, P. weagenaari, P. flagellosa  
(1), (2)

(+) -  $\beta$ -Copaeno



$C_{15}H_{24}$

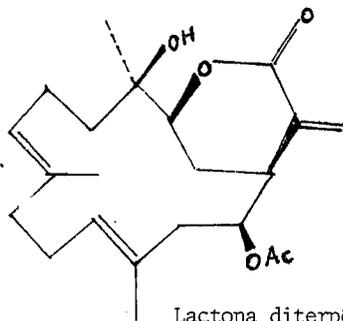
Sesquiterpeno

Pseudoplexaura porosa, P. wagnaari, P. flagellosa  
(1), (2)  
Eunicea palmeri (1)

(1) Ciereszko, L.S., Karns, T.K.B. (1973)  
(2) Youngblood, W.W., (1969)

(1) Ciereszko, L.S., Karns T. K. B. (1973)  
(2) Youngblood, W.W., (1969)

Crasina, acetato de



$C_{22}H_{36}O_3$

Lactona diterpénica, cembranolida

Pseudoplexaura porosa, P. wagnaari, P. flagellosa,  
Bermudas, Bimini, Florida, Belice, Puerto Rico, Is-  
las Vírgenes, 1-2% peso húmedo (1), (2), (3)

Según la concentración desde inhibidor hasta letal  
para Tetrahymena pyriformis (0.27 mM- .133 mM) (2)  
De 50-100 mg/l letal a diversos metazoarios acuáticos,  
Asplanchna, Diaptomus, Gastrópodos, Lebistes (2)  
Activo "in vitro" contra Entamoeba histolytica (4)

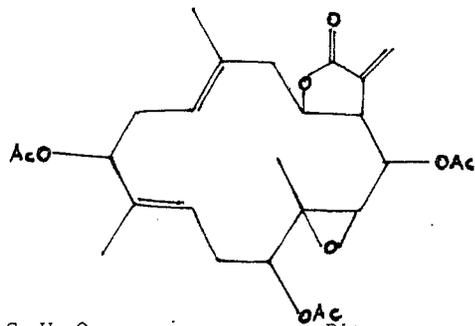
(2) Ciereszko, L.S., Kurns, F.L.B., 1973

(3) Rice, J.H., et. al. 1973

(4) Ciereszko, L.S., et. al. 1973

(1) Weinheimer, A.J., et. al (1967)

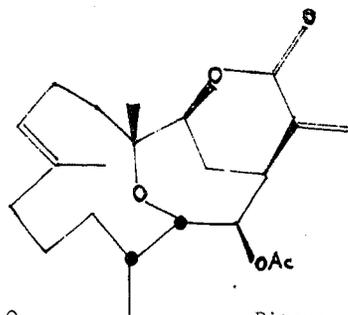
Crasolida



$C_{26}H_{34}O_9$

Lobophytum crassum (Isla Leti) (1), (2)

Cueunicina



$C_{21}H_{30}O_5$

Eunicea Sp. Curazao (1)

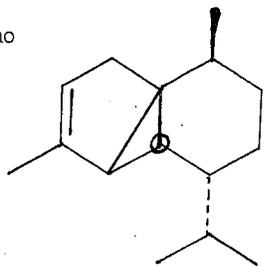
Tóxico, 2.D.<sub>50</sub> = 7 mg/l para Lebistes reticulatus (1)

(1) Tursch, B. (1976)b

(2) Tursch, B., et. al (1978)

(1) Ciereszko, L.S., Karns, T.K.B., (1973)

(+) -  $\alpha$ -Cubebeno



(5) Youngblood, W.W. (1969)

$C_{15}H_{24}$

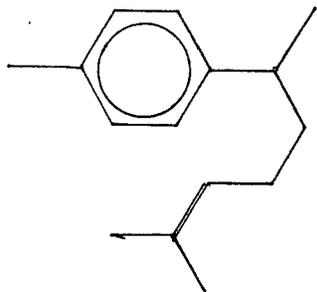
Sesquiterpeno

Psudoplexaura porosa (1) P. wagnaari, P. flagellosa  
(2)

(1) Weinheimer, A.J., et. al (1967)

(2) Cicreszko, L.S., Karns, T.K.B. (1973)

(+) -  $\alpha$  - Curcumeno

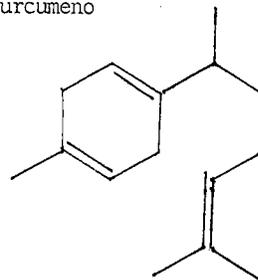


$C_{15}H_{22}$

Sesquiterpeno

Plexaurella dichotoma, P. grisea, P. fusífera (1)  
P. nutans (2)

(+) -  $\beta$  - Curcumeno



$C_{15}H_{25}$

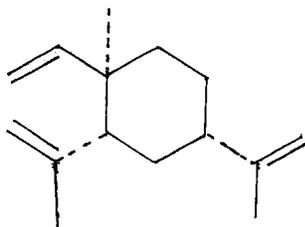
Sesquiterpeno

Plexaurella dichotoma; P. grisea, P. fusífera (1)  
Muricea elongata, P. nutans (2)

(1) Ciereszko, L.S., Karns, T.K.B. (1973)  
(2) Jeffs, P.W., Lytle, L.T. (1974)

(1) Ciereszko, L.S. y Karns, T.K.B. (1973)  
(2) Jeffs, P.W., Lytle, L.T. (1974)

(+) -  $\beta$  - Elemeno



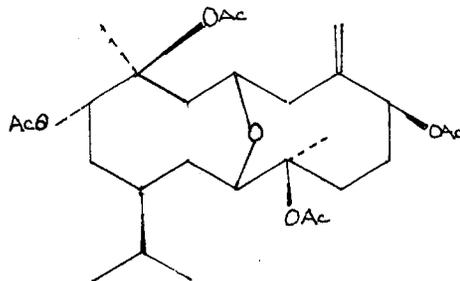
$C_{15}H_{24}$

Sesquiterpeno

Eunicea mammosa, Bimini (1), (2)

- (1) Ciereszko, L.S., Karns, T.K.B. (1973)  
(2) Weinheimer, A.J., et. al (1967)

Eunicelina



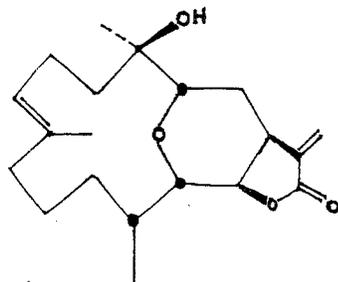
$C_{28}H_{39}O_9$

Diterpeno

Eunicella stricta, .005% (1), (2)

- (1) Ciereszko, L.S., Karns T.K.B. (1973)  
(2) Kennard, O., et. al (1968)

Eunicina



$C_{20}H_{30}O_4$

Lactona diterpénica

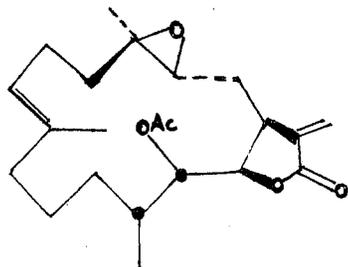
Eunica mammosa. Bimini y P. Rico (1) aprox. 1% (3)

Más activa que el acetato de crasina contra Tetraymena pyriformis (4)  
Inhibidor de crecimiento de Staphilococcus aureus y Clostridium feseri. (4)

- (1) Weinheimer, A.J., et. al (1967)
- (2) Ciereszko, L.S., Karns, T.K.B. (1973)

- (3) Weinheimer, A.J., et. al (1967)
- (4) Ciereszko, L.S., Karns, T.K.B. (1973)
- (5) Madhuprat, R.N. (1968)
- (6) Kosemim, M., et. al (1968)

Eupalmerina, acetato de



$C_{22}H_{32}O_5$

Diterpeno, cembranólida

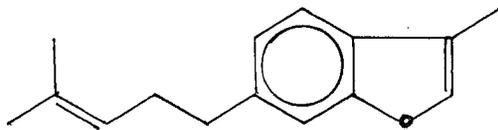
Eunicea succinea, Florida (1) E. palmeri, Miami (2)  
E. mammosa, Puerto Rico (3)

NOTAS: Posible precursor de lunicina y Junicina.

- (1) Ciereszko, L.S., Karns, T.K.B. (1973)
- (2) Rehm, S.J. (1971)
- (3) Ciereszko, L.S. (1976)

Furoventaleno

(4) Weinheimer, A.J. et al. (1973)



$C_{15}H_{19}O$

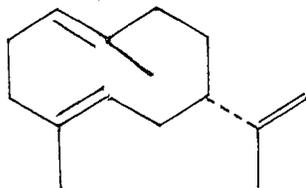
Benzofurano, sesquiterpeno.

Gorgonia ventalina (1)

NOTAS: Probablemente resultado del proceso de extracción.

- (1) Ciereszko, L.S., Karns, T.K.B. (1973)
- (2) Washecheck, P.H. (1967)
- (3) Weinheimer, A.J. Washecheck, P.H. (1969)b

(-) - Germacreno



(1) Weinheimer, A.J., et. al (1967)

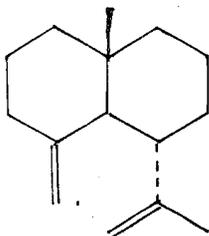
$C_{15}H_{24}$

Sesquiterpeno

Eunicea mammosa, Bimini y Florida (1), (2)

- (1) Weinheimer, A.J., et. al (1967)
- (2) Ciereszko, L.S., Karns, T.K.B. (1973)
- (3) Youngblood, W.W. (1969)

(+) -  $\beta$  - Gorgoneno



$C_{15}H_{24}$

Sesquiterpeno

Pseudopterogorgia americana (3) 55% de la fracción  
sesquiterpénica (1), (4)

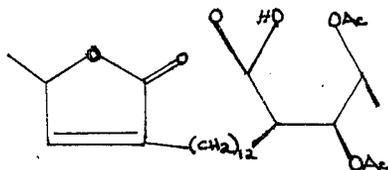
(1) Weinheimer, A.J., et. al (1967)  
(5) Washcheck, P.H. (1967)

NOTAS: No isoprenoide.

(1) Weinheimer, A.J., et. al (1968)a  
(2) Hossain, M.B., Vander Helm, D. (1973)

Acido guadalupésico (diacetato)

(3) Schmitz, F.J., et. al (1969)b



C<sub>24</sub>H<sub>40</sub>O<sub>7</sub>

Butenolur-lactona

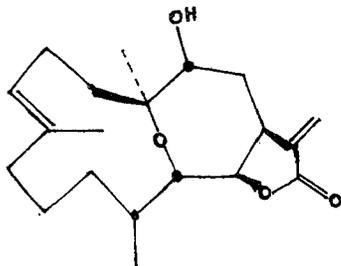
Pterogorgia guadalupensis 1% (1)

Propiedades antibióticas de mediana fuerza (2)

(1) Ciereszko, L.S., Karns, T.K.B. (1973)

(2) Schmitz, F.J., Lorance, E.D. (1971)

Jeunicina

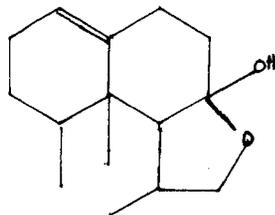


$C_{20}H_{30}O_4$

Lactona diterpénica

Eunicea mammosa, Jamaica (1)

2-Desoxilemmacarnol



$C_{15}H_{24}O_2$

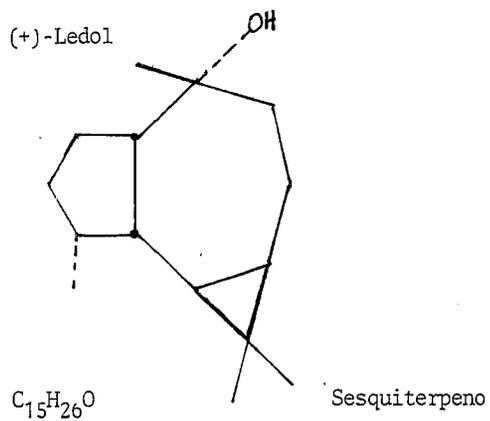
Sesquiterpeno

Paralemmalia thyrisoides, Tanimbar (1), (2),  
Lemmalia africana, L. laevis (2)

Más activa que el acetato de crasina contra Tetrahymina piriformis (1)

(1) Ciereszko, L.S., Karns, T.K.B. (1973)  
(2) Weinheimer, A.J., et. al (1967)

(1) Tursch B. (1976)b  
(2) Braekman, J.C. (1977)a  
(3) Dalozze, D., et. al (1977)

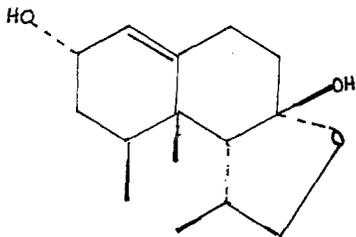


Cespitularia a subviridis (1)

NOTAS: Primer sesquiterpeno de invertebrados con igual rotación óptica que la de su equivalente aislado de vegetales. (1), (2).

(1) Tursch, B. (1976)b  
(2) Braeckman, J.C., et. al (1977)b

Lemnacarnol



$C_{15}H_{24}O_3$

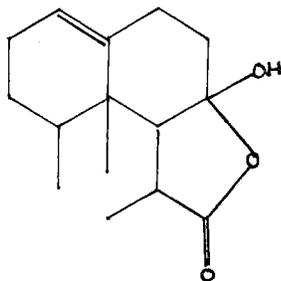
Sesquiterpeno

Lemalia carnosa, Isla Leti (1) L. africana, L. laevis, Paralemmalia thyrisoides (4)

(1) Tursch, B., et. al (1975)  
(2) Tursch, B. (1976)b

(3) Kirtland, R. G. et al, B. (1974)  
(4) Daloz, D., et. al (1977)

2-Desoxi-12 oxo-lemnacarnol



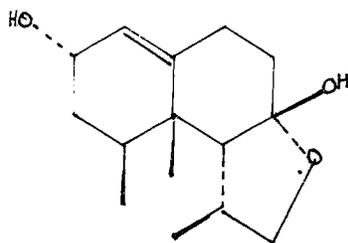
$C_{15}H_{22}O_3$

Sesquiterpeno

Paralemmalia thyrisoides, Lemnalia africana, Ta-  
nimbar (1), (2)

(1) Tursch, B. (1976) b  
(2) Dalozé, D., (1977)

Lemnalactona



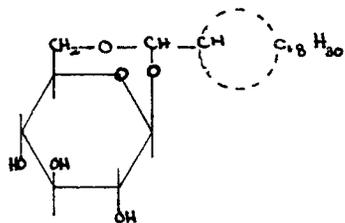
$C_{15}H_{23}O_2$

Sesquiterpeno

Paralemmalia digitiformis (1)

(1) Braeckman, J.C. (1977) a

Lemnialialosida



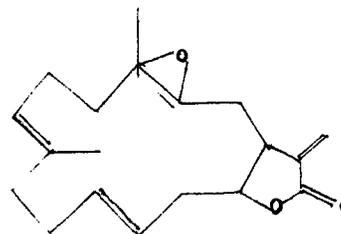
C<sub>26</sub>H<sub>42</sub>O<sub>6</sub>

glucósido-diterpeno

Lemnalia digitata, Tanimbar Key (1)

(1) Tursch, B. (1976)b

Lobolida



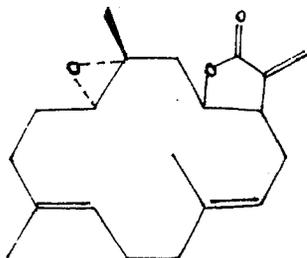
C<sub>20</sub>H<sub>28</sub>O<sub>3</sub>

Diterpeno-cembranolida

Lobophytum crassum, Australia 0.5% peso seco (1)

(1) Bowden, B.F., et. al (1977)

Lobofitolida

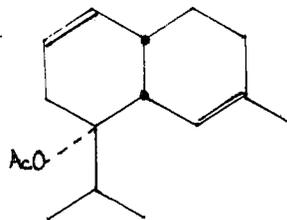


$C_{20}H_{28}O_3$

Diterpeno

Lobophytum cristagalli, Isla Leti, 1% de peso seco (1)

7 Acetoxi muroleno



$C_{17}H_{26}O_2$

Sesquiterpeno

Heterogxenia fuscenses, aprox. 2% de peso seco (1)

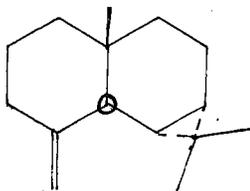
Tóxico,  $LD_{50} = 12$  mg/1 para Lebistes reticulatus (1)

(1) Tursch, B. (1976)b

(2) Tursch, B., et. al (1974)b

(1) Kashman, Y. et. al (1978)

(+) -  $\gamma$  -Maalieno



$C_{15}H_{24}$

Sesquiterpeno

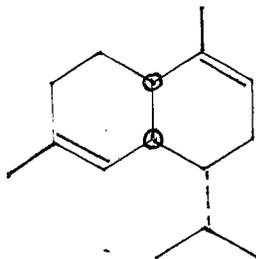
Pseudopterogorgia americana, 8% de la fracción sesquiterpénica. (1), (2), (3)

(3) Weinheimer, A.J., et. al. (1967)  
(4) Washcheid, F.H. (1967)

(1) Ciereszko, L.S., Karns, T.K.B. (1973)  
(2) Weinheimer, A.J., et. al (1968)a

(4) Kashman, Y., et. al (1978)

(+)-  $\alpha$ -Muroleno



$C_{15}H_{24}$

Sesquiterpeno

Eunicea mammosa, E. palmeri, Pseudoplexaura porosa, Plexaurella dichotoma, (1), Pseudoplexaura wagenari, P. flagellosa, (2), Plexaurella grisea, P. fuscifera, (3).

80% de hidrocarburos de E. mammosa de Florida; 99% de fracción sesquiterpénica de E. mammosa de Jamaica.

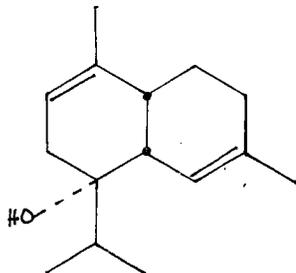
Heterogxenia fuscenses 0.5% de peso seco (4)

(1) Weinheimer, A.J., et. al (1967)

(2) Youngblood, W.W. (1969)

(3) Ciereszko, L.S., Karns, T.K.B. (1973)

7-hidroxiuroloeno

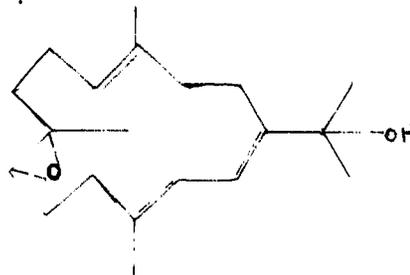


$C_{15}H_{24}O$

Sesquiterpeno

Heterogxenia fuscenses, aprox. 0.8% de peso seco  
(1)

1,2 dehidro-7 $\beta$  Epoxinefteno



$C_{20}H_{32}O_2$

Diterpeno

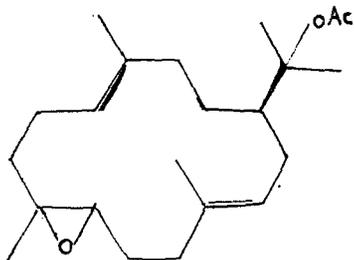
Sarcophyton Sp. Australia (1)

(1) Kashman, Y., et. al (1978)

(1) Coll, J.C., et. al (1977)a  
(2) Suzuki, M., et. al (1978)



Epoxineftenol-acetato de



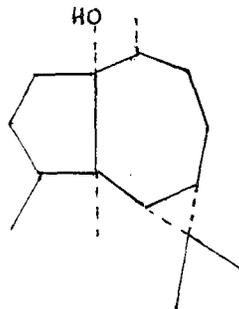
$C_{22}H_{36}O_2$

Diterpeno

Nphtea Sp., Eniwetok (1) 0.75% de peso seco (2)

(1) Tursch, B. (1976)b  
(2) Schmitz, F.J., et. al (1974)

(+) - Palustrol



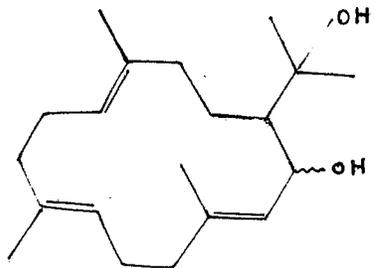
$C_{15}H_{26}O$

Sesquiterpeno

Cespitularia aff subviridis (2)

(1) Braeckman, J.C. (1977)a  
(2) Cheer, C.J., et. al (1976)  
(3) Braeckman, J.C., et. al (1977)b

2 Hidroxineftenol



$C_{20}H_{34}O_2$

Cembranoide

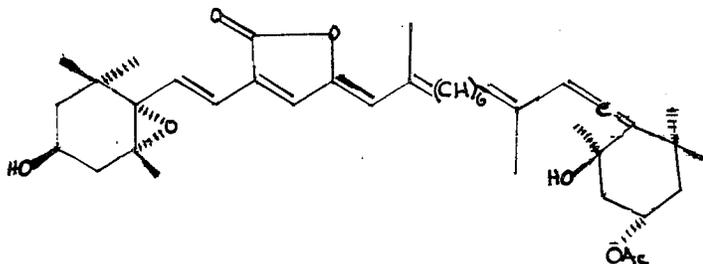
Litophyton viridis (1), (3)

(3) Sundl, M. et al (1974)

(1) Tursch, B., (1976)b

(2) Tursch, B., et..al (1975)a

Peridinina

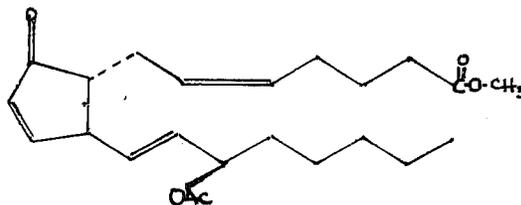


$C_{37}H_{47}O_7$

Carotenoide

Zooxantelas de celenterados arrecifales (1)  
Isis hippuris y Sinularia flexibilis, Aistralia (2)

15 (R) Prostaglandina  $A_2$ , acetatometilester



$C_{23}H_{34}O_5$

Lípido

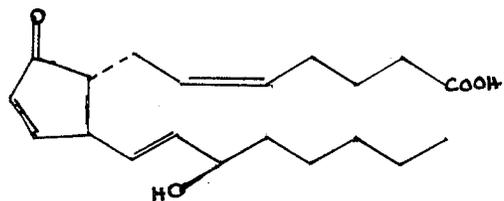
Plexaura homomalla (1) 1.3% de peso seco (2) Flo-  
rida.

Amplio espectro de actividades fisiológicas.

- (1) Strain, H.H., et. al (1971)
- (2) Kazlauskas, R., et. al (1978)
- (3) Murphy, P.T., et. al (1978)

- (1) Spraggins, R.L. (1970)
- (2) Weinheimer, A.J., Spraggins, R.L. (1969)
- (3) Ciereszko, L.S., Karns, T.K.B. (1973)

15 (R) Prostaglandina A<sub>2</sub>



C<sub>20</sub>H<sub>30</sub>O<sub>4</sub>

Lípido

Plexaura Homomalla (1) .2% de peso seco (2) Florida

NOTAS: Enantiómera en 15 respecto a las prostaglandinas aisladas de tejidos de mamíferos, esta característica baja notablemente su fuerza de acción biológica (2)

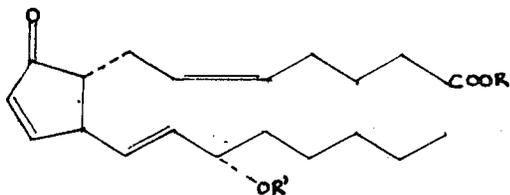
Amplio espectro de actividades fisiológicas

(1) Spraggins, R.L. (1970)

(2) Weinheimer, A.J., Spraggins, R.L. (1969)a

(3) Ciereszko, L.S., Karns, T.K.B. (1973)

15 (S) Prostaglandina A<sub>2</sub> (y derivados esterificados)



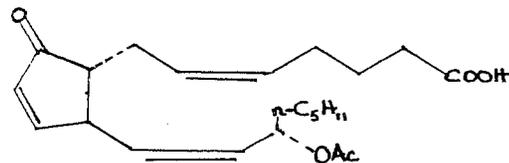
1-R-R<sup>1</sup>=H  
 2-R=CH<sub>2</sub>, R<sup>1</sup>=H  
 3-R=CH<sub>2</sub>, R<sup>1</sup>=Ac

Lípido

Plexaura homomalla, Islas ayman

- a) 15 (S) PGA<sub>2</sub> -1.4% - peso congelado  
 b) derivados -0.4% - peso congelado

13, 14 cis, PGA<sub>2</sub>, 15 acetato



C<sub>21</sub>H<sub>34</sub>O<sub>5</sub>

Lípido

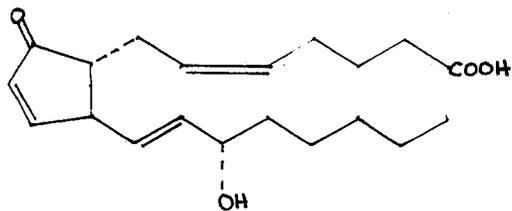
Plexaura homomalla, Islas Caymán (trazas)

Amplio espectro de actividades fisiológicas.

(1) Schneider, W.P., et. al (1972)

(1) Schneider, W.P., et. al (1977)

5 trans PGA<sub>2</sub>

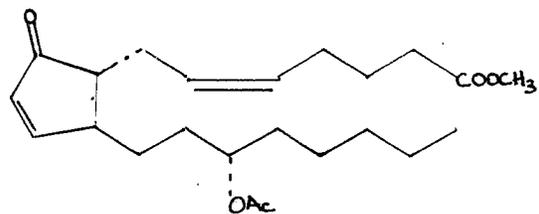


C<sub>20</sub>H<sub>30</sub>O<sub>4</sub>

Lípido

Plexaura homomalla, Islas Cayman.

13, 14 dehidro PGA<sub>2</sub> acetato metilester

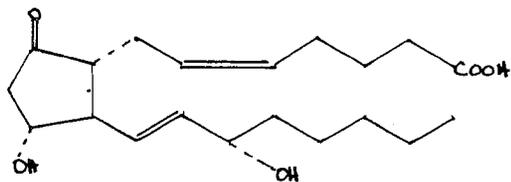


C<sub>22</sub>H<sub>37</sub>O<sub>5</sub>

Lípido

Plexaura homomalla, Islas Cayman, trazas

15 (S) PGE<sub>2</sub>



C<sub>20</sub>H<sub>34</sub>O<sub>5</sub>

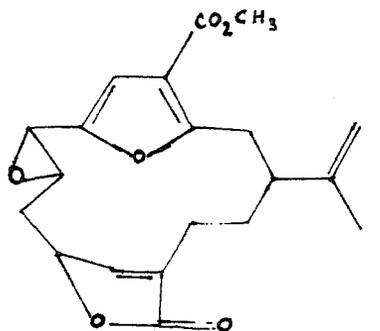
Lípidos

Plexaura homomalla, Islas Caymán 0.06% de peso congelado. (1), (2)  
Gorgonia flabellum, Cuba, 0.01% de peso húmedo (3)

Amplio espectro de actividad fisiológica

- (1) Schneider, W.P., et. al (1972)  
(2) Schneider, W.P., et. al (1977)

Pukalida

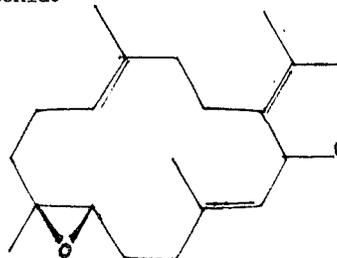


$\text{C}_{21}\text{H}_{24}\text{O}_6$

Furanocembranólida

Sinularia abrupta, Australia, 0.03-0.05% peso húmedo (1)

Sarcofitóxido



$\text{C}_{20}\text{H}_{30}\text{O}_2$

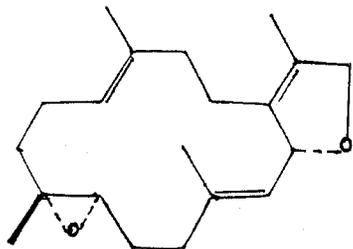
Diterpeno

Sarcophyton trocheliophorum, Isla Leti, (1)

(1) Missakian, M.G., et. al (1975)

Tursch, B. (1976)b

Sarcofina



$C_{20}H_{28}O_3$

Diterpeno, cembranolida

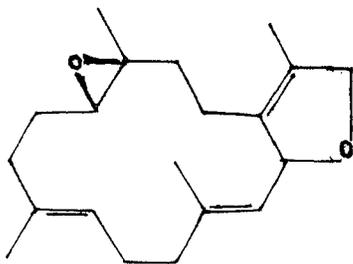
Sarcophyton glaucum, Mar Rojo (1) 3% peso seco (2)

Tóxico,  $LD_{50}$  = 3 mg/l para Gambusia-affinis (2)  
Acción anti-acetilcolina en ileum aislado de cone-  
jillo de indias. Inhibidor competitivo de colineste-  
rasa en vivo, dá un producto con cisteína. (3)

(1) Tursch, B. (1976)b

(2) Bernstein, J., et. al (1974)

Isosarcofitóxido

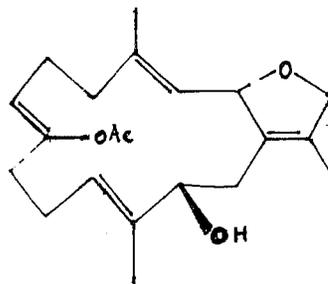


$C_{20}H_{30}O_2$

Diterpeno

Sarcophyton trocheliophorum, Isla Leti (1) Sarco-  
Phyton Sp., Australia (2)

Sarcoglaucol



$C_{20}H_{28}O_4$

Diterpeno

Sarcophyton Sp. (1)

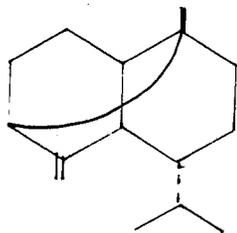
Ictiotóxico (1)

(1) Tursch, B., (1976)b

(2) Bowden, B.F., et. al (1979)

| Albericci, M., et. al (1978)

Sinulareno



$C_{15}H_{24}$

Sesquiterpeno

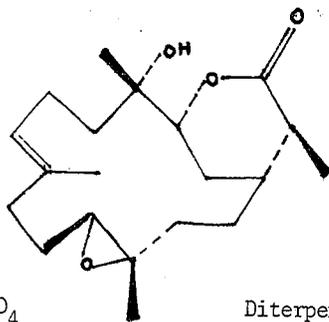
Sinularia mayi, 0.010% peso seco, Indonesia (1)

NOTAS: Relacionado con cierta forma de +1% de peso seco

(1) Beechan, C.M. (1977)

Dihidrosinularina

(2) Weinheimer, A.L., Matson, J.A. (1977)



$C_{20}H_{32}O_4$

Diterpeno, cembranólida

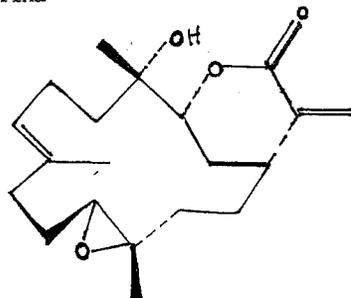
Sinularia flexibilis, Australia, 1g/Kg. helado seco (1), (2)

NOTAS: También reportado como dihidroflexibilida

Antineoplásico,  $ED_{50}$ : 16 Mg/ml Kb  
1.1 Mg/ml PS

(1) Kazlauskas, R., et. al (1978)

Sinularina



$C_{20}H_{30}O_4$

Diterpeno

Sinularia flexibilis, Australia, 3.5 g/Kg peso  
helado-seco (1), (2)

NOTAS: También reportado como Flexibilin (1)

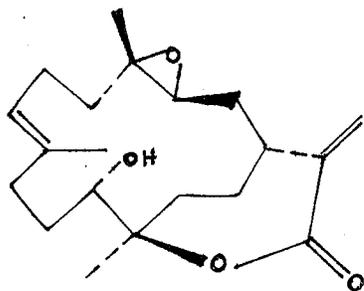
Antineoplásico ,  $ED_{50}$ : 0.3 Mg/ml KB  
0.3 Mg/ml PS (2)

(1) Kazlauskas, R., et. al (1978)

(2) Weinheimer, A.J., Matson, J.A. (1977)

Simulariolida

(5) Weinheimer, A.J., Matson, J.V. (1977)  
(4) Kazlauskas, R., et. al (1973)



$C_{20}H_{30}O_4$

Diterpeno

Simularia flexibilis, Australia, (4)

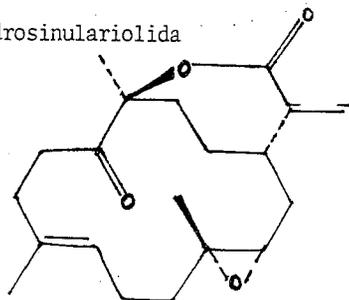
Inhibidor de crecimiento para algas unicelulares (1)

Antineoplásico: ED<sub>50</sub>: 7.0 Mg/ml PS  
20 Mg/ml KB (3)

(1) Tursch, B. (1976)b

(2) Tursch, B., et. al (1975)b

5-deshidrosinulariolida



$C_{20}H_{28}O_4$

Diterpeno

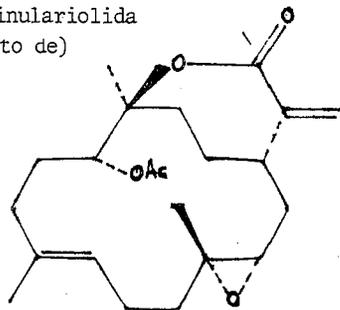
Sinularia flexibilis, Leti y Kissar (1) S. flexi-  
bilis, Australia (2), Sinularia 2 Sp., Mar Rojo--  
(3)

(5) Kishimura, Y. et. al. 1977b  
(4) Paril, A. G., et. al. 1977

NOTAS:

(1) Tursch, B. (1976)b  
(2) Kazlauskas, R., et. a. (1978)

5-episinulariolida  
(acetato de)



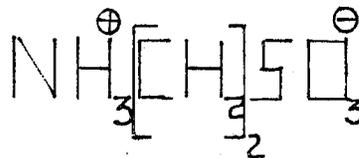
$C_{20}H_{31}O_3$

Diterpeno, cembranolida

*Sinularia flexibilis*, Leti y Kissar (1) (2)

(1) Tursch, B. (1976)b  
(2) Patil, V.D. (1975)

Taurina



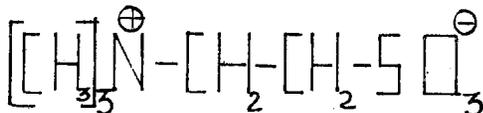
$C_2H_7NO_3S$

Amina

*Pterogorgia anceps* (1) *Sarcophyton trocheliophorum*  
(2) *Eunicella cavollini*, *E. verrucosa*, *E. stricta*  
(2), (3)

(1) Ciereszko, L.S., KARNS, T.K.B. (1973)  
(2) Ciereszko, L.S., et. al (1972)  
(3) Cariello, L. Prota, G., (1972)  
(4) Ciereszko, L.S., et. al (1960)

Taurobetaína



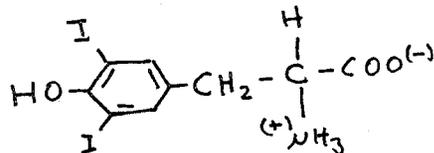
$C_5H_{13}NO_3S$

Amina

Pseudoplexaura porosa, Bermudas (1), Porites furcata  
Puerto Rico, Sarcophyton trocheliophorum, Australia  
(2), Briareum asbestinum )-0.5-0.6(1)

§

Acido yodogorgóico o diyodotirosina

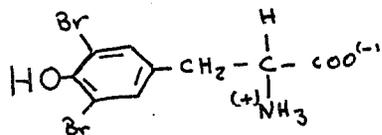


Gorgonia cavolini (1)

- (1) Ciereszko, L.S., et. al (1960)
- (2) Ciereszko, L.S., et. al (1973)a
- (3) Ciereszko, L.S., Karns, T.K.B. (1973)

- (1) Burkholder, P.R. (1973)
- (2) Drechsel, (1896)

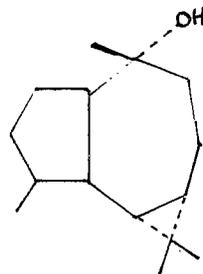
Dibromotirosina



Primnoa lepadífera (1)

- (1) Burkholder, P.R. (1975)  
(2) Morner, C.T. (1913)

(-) - Viridiflorol



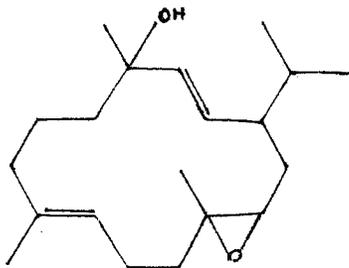
C<sub>15</sub>H<sub>26</sub>O

Sesquiterpeno

Cespitularia aff. subviridis (1)

- (1) Tursch, B. (1976)b  
(2) Braeckman, J.C., et. al (1977)a

Trocheliaforol



$C_{20}H_{34}O_2$

Diterpeno

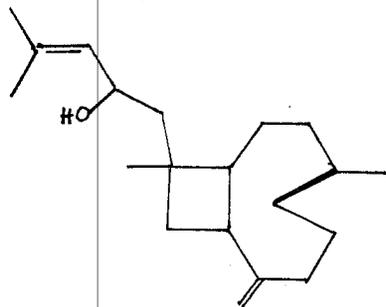
Sarcophyton trocheliophorum, S. decaryi (2) Islas  
Seychelles

NOTAS: Sólo se encuentra en especímenes de esta  
localidad (1)

(1) Tursch, B. (1976)b

(2) Groweiss, A., et. al (1979)a

Xeniafilenol, isoxeniafilenol



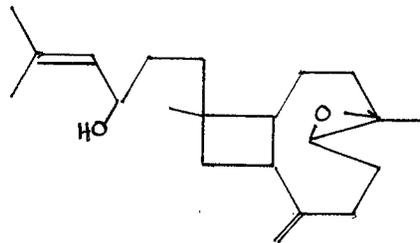
$C_{20}H_{34}O$

Diterpeno

Xenia macrospiculata, Mar Rojo (1)

(1) Groweiss, A., Kashman, Y. (1978)

Xeniafilenol-6xido

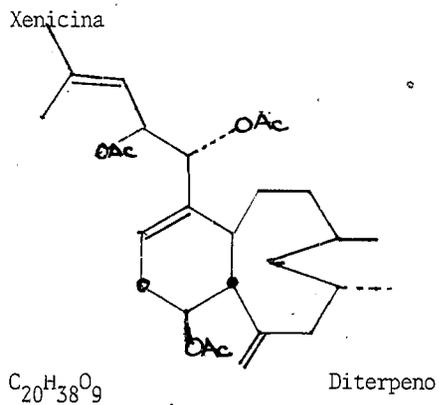


$C_{20}H_{32}O_2$

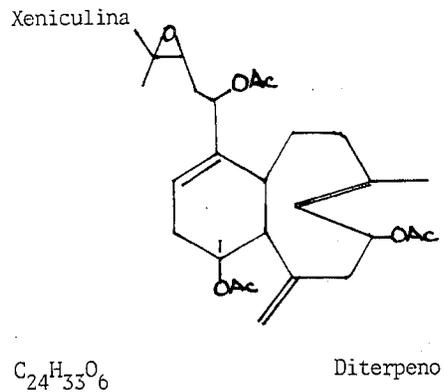
Diterpeno

Xenia macrospiculata, Mar Rojo (1)

(1) Groweiss, A., Kashman Y. (1978)



Xenia elongata 295 mg/50g. (1)

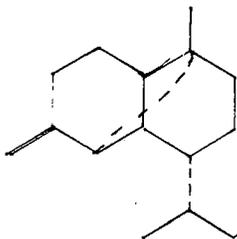


Xenia macrospiculata, Mar Rojo (1)

(1) Vanderah, D.J., et. al (1977)

(1) Groweiss, A., Kashman, Y. (1978)c

(+) -  $\beta$  - Ylangeno

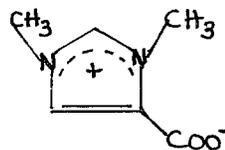


$C_{15}H_{24}$

Sesquiterpeno

Pseudoplexaura porosa, Eunicea palmeri

Norzooamenomina



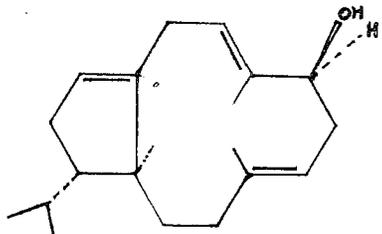
$C_6H_8N_2O_2$

Amina

Pseudopterogorgia americana, 43 mg/kg peso húmedo  
(1)

(1) Weinheimer, A.J., et. al (1967)

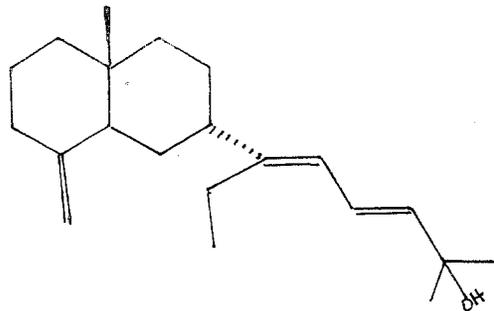
Weinheimer, A.J., et. al (1973)



$C_{20}H_{32}O$

Alcohol diterpénico.

Ejemplar de especie irreconocible, Australia.  
2% de peso seco (1).



$C_{20}H_{32}O$  (R<sub>1</sub>)

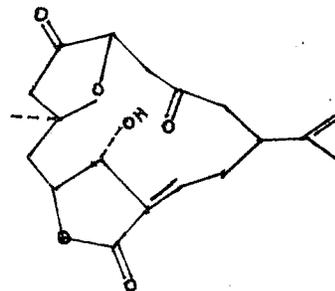
$C_{20}H_{32}O_2$  (R<sub>2</sub>)

Alcohol y diol diterpénico, Eudesmanoides.

Lobophytum hedleyi (Australia), aprox. 0.5% de peso seco (1)

Bowden, B.F., et. al (1978)b

(1) Bowden, B.F., et. al (1978)a



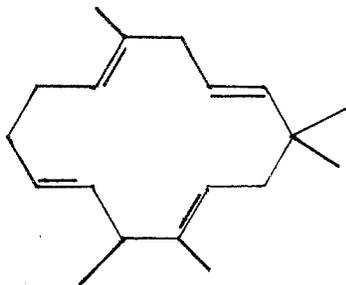
NOTAS: Aparecen tazas del 75\* con predominancia del 7R\*

$C_{19}H_{24}O_6$

Cembrano desmetilado

Sinularia leptoclados (0.4% de peso seco, Australia).

Bowden, B.F., (1978)d

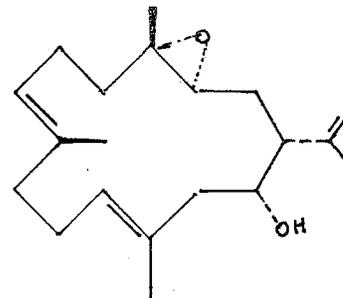


$C_{20}H_{30}$

Cembrene

Sinularia flexibilis (2) Australia (1)

- (1) Kazlauskas, R., et. al (1978)  
 (2) Herin, M., et. al (1976)

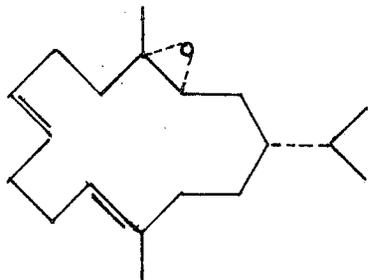


$C_{20}H_{31}O_2$

Epoxicembrene

Sarcophyton Sp. (tentativo) (Isla de Cantón,  
 .2% de peso seco) (1)

Ravi, B.N. y Faulkner D.J. (1978)

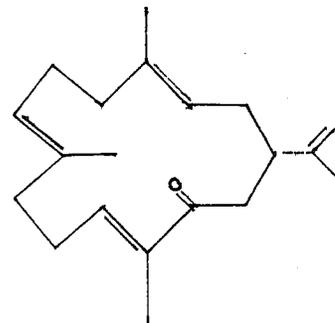


$C_{20}H_{31}O$

Epoxicembrene

Sarcophyton Sp. (tentativo) Isla de Cantón,  
0.09% de peso seco (1)

Ravi, B.N. y Faulkner D.J. (1978)

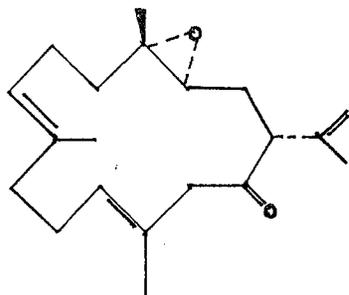


$C_{20}H_{30}O$  (epímero)

Diterpeno

Sarcophyton Sp. (tentativo) Isla de Cantón  
11Z: 0.09% de peso seco  
11E: 0.08 mg/100g de peso seco (1)

(1) Ravi, B.N. y Faulkner D.J. (1978)

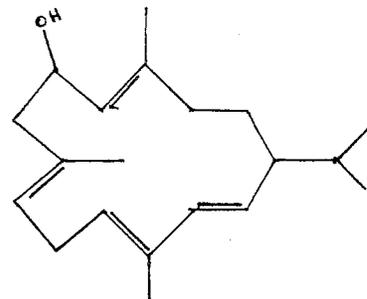


$C_{20}H_{30}O_2$

Diterpeno

Sarcophyton Sp. (tentativo) Isla de Cantón,  
.15% de peso seco (1)

Ravi, B.N. y Faulkner D.J. (1978)

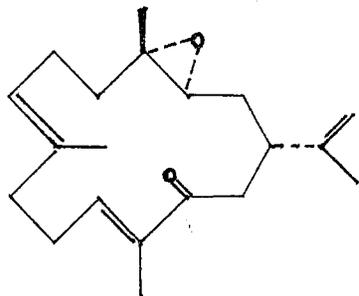


$C_{20}H_{31}O$

Cembrenol

Sarcophyton glaucum (1) (Mar Rojo) (1),(2)

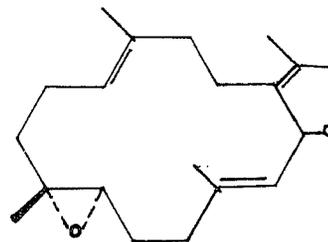
(1) Tursch, B (1976)b  
(2) Kashman, Y., et. al (1974)



$C_{20}H_{30}O_2$  (epímeros)      Diterpeno cembranol

Sarcophyton Sp. (tentativo) (Isla de Cantón).  
 a) 11Z 0.89% de peso seco  
 b) 11E 0.76% de peso seco (1)

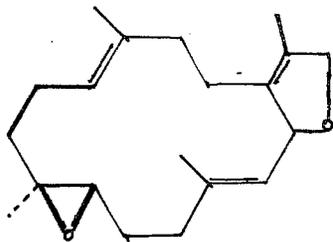
Ravi, B.N. y Faulkner D.J. (1978)



$C_{20}H_{30}O_2$       Diterpeno cembreno

Sarcophyton glaucum, Mar Rojo (1), (2)

(1) Tursch, B. (1976)  
 (2) Kashman, Y. (1974)

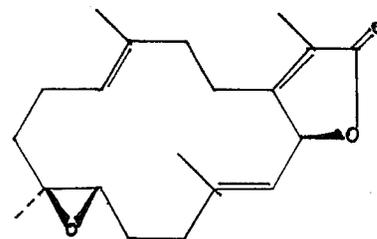


$C_{20}H_{30}O_2$ .

Cembranolida

Sarcophyton glaucum, Mar Rojo (1), (2)

- (1) Tursch, B. (1976)  
 (2) Kashman, Y., et. al (1974)

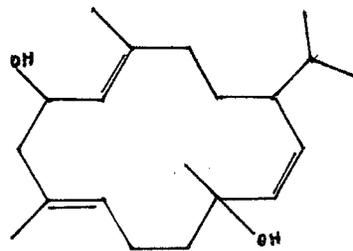


$C_{20}H_{28}O_3$

Diterpeno Cembranolida.

Sarcophyton glaucum, Mar Rojo, (1), (2)

- (1) Tursch, B. (1976)  
 (2) Kashman, Y. (1974)

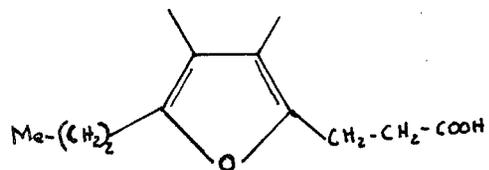


$C_{20}H_{33}O_2$

Diterpeno

Sarcophyton glaucum, Mar Rojo (1), (2)

- (1) Tursch, B. (1976)  
 (2) Kashman, Y. et. al (1974)

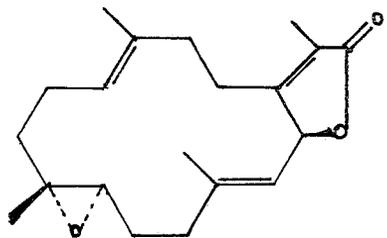


$C_{12}H_{16}O_3$

Acido furanoide

Sarcophyton glaucum, S. gemmatum (1)

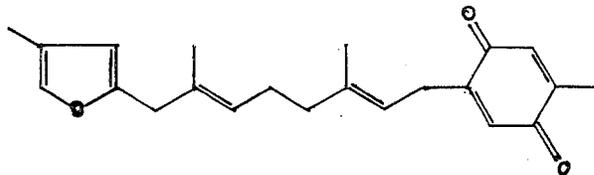
- (1) Groweiss, A., et. al (1978) a



$C_{20}H_{28}O_3$

Diterpeno, cembranolida.

Sarcophyton glaucum, Mar Rojo (1), (2)



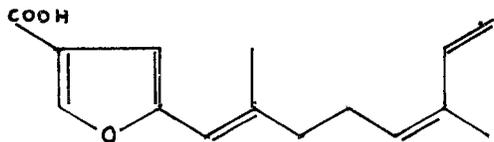
$C_{22}H_{28}O_3$

Furanoquinol

Sinularia lochmodes (Australia) > (1)

- (1) Tursch, B (1976)  
 (2) Kashman, Y., et. al (1974)

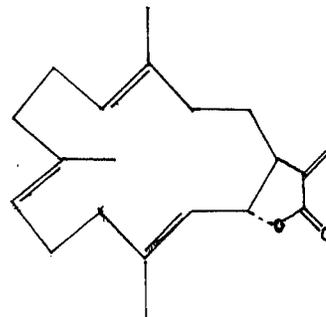
- (1) Coll, J.C., et. al (1978)



$C_{15}H_{18}O_3$

Furano, sesquiterpeno.

Sinularia gonatodes, Australia, 2% de peso seco (1).



$C_{20}H_{28}O_2$

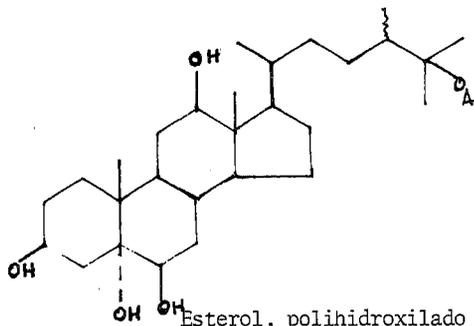
Cembreno 1 lobofitolida.

Lobophytum michaelae, Australia, 0.3% de peso seco. (1)

(1) Coll, J.C., et. al (1977)c

(1) Coll, J.C., et. a. (1977)a

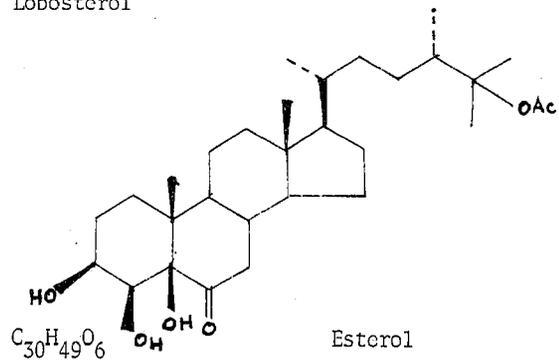
24  $\frac{1}{2}$  metilcolestano 3  $\beta$ , 5  $\alpha$ , 6  $\beta$ , 12  $\beta$ , 25 pentol  
25 monoacetato



$C_{30}H_{54}O_6$

Sarcophyton elegans (1) 0.05% peso seco (2)

Lobosterol

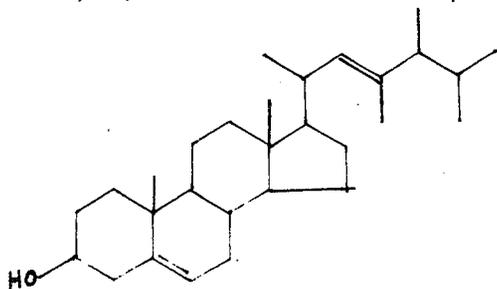


Lobophytum pauciflorum, I. Seychelles, (1), (2),  
50 mg/kg. peso seco

(1) Braeckman, J.C. (1977)a  
(2) Moldovan, J.M., et al (1975)

(1) Braeckman, J.C. (1977)a  
(2) Tursch, B. (1976)b

23, 24, dimetilcolesta-5, 22-dien-3 $\beta$ ol.

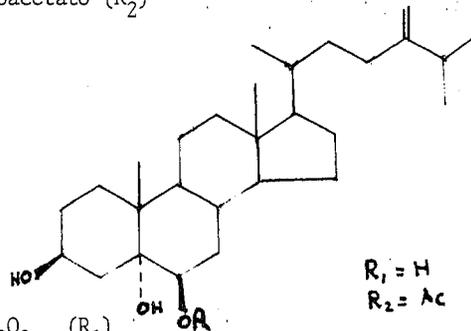


$C_{30}H_{50}O$

Monohidroxiesterol

Sarcophyton elegans (3), Sinularia spp. S. polydactyla, Cladiera digitulata, C. sphaeropora, Sarcophyton glaucum, Japón (2)

24-metilcolestano - 3 $\beta$ , 5 $\alpha$ , 6 $\beta$ , triol ( $R_1$ ) y 6 monoacetato ( $R_2$ )



$C_{28}H_{48}O_2$  ( $R_1$ )

$C_{30}H_{50}O_3$  ( $R_2$ )

$R_1 = H$   
 $R_2 = Ac$

Polihidroxiesterol

Sinularia dissecta, Leti, ( $R_1$  y  $R_2$ ) (1). Lobophytum Crassum, ( $R_1$ ), (2)

(1) Tursch, B. (1976)b

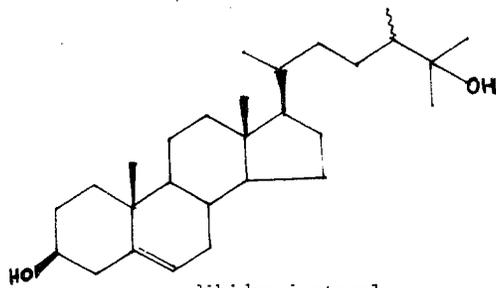
(2) Kanazawa, A., et. al. (1977)

(3) Kanazawa, A., et. al (1974)

(1) Tursch, B. (1976)b

(5) Tursch, B., et. al (1976)a

25 hidroxi, 24  $\xi$  metilcolesterol



C<sub>28</sub>H<sub>47</sub>O<sub>2</sub>

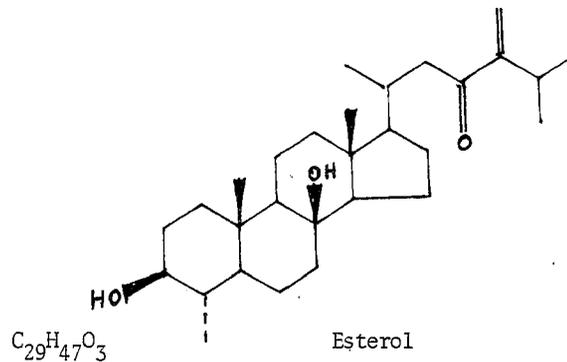
dihidroxiesterol

Sinularia mayi, I. Nias sumatra Lobophytum  
crassum (2)

- (1) Tursch, B., 1976)b
- (2) Braeckman, J.C. (1977)a
- (3) Engelbrecht, J.P., et. al (1972)

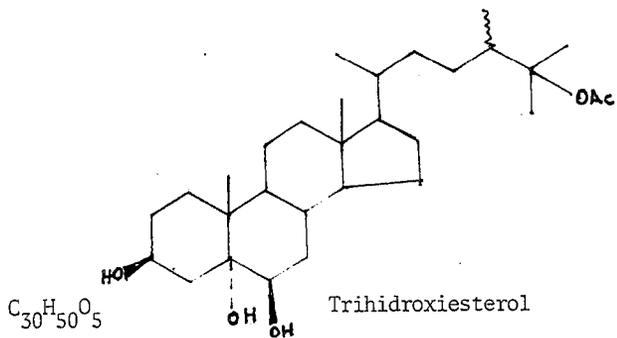
- (2) Brackman, J.C. (1977)a  
(5) Tursch, B. et. al (1976)c

4  $\alpha$ -metil-3  $\beta$ , 8  $\beta$ -diol - 5  $\alpha$  ergost-28-en-23-ona



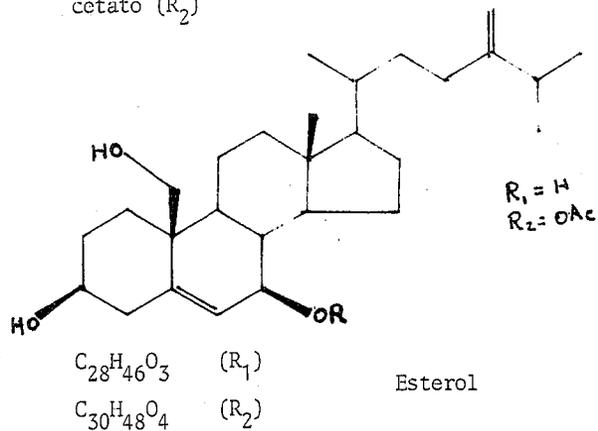
Litophyton viridis (1)

23  $\xi$  metilcolestano-3 $\beta$ ,5 $\alpha$ -6 $\beta$ ,25-tetrol 25 monoacetato.



Sarcophyton elegans, seychelles, 0.05% peso seco  
(1), (2)

24 metilcolest-5en-3 $\beta$ -7 $\beta$ -19 triol ( $R_1$ ) y 7 monoacetato ( $R_2$ )

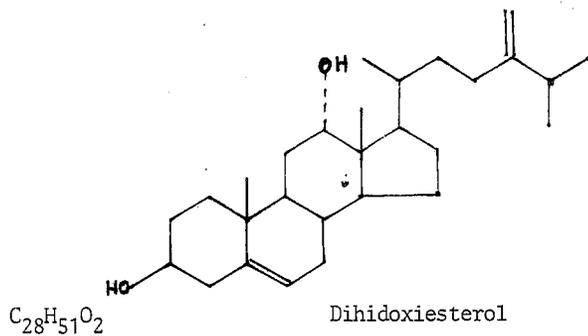


Litophyton viridis, Leti 210 mg/g (seco)  $R_1$   
150 mg/g (seco)  $R_2$  (2)

(1) Tursch, B. (1976) b  
(2) Moldovan, M., et. al (1974)

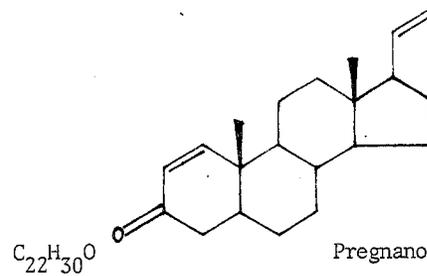
(1) Braeckman, J.C. (1977)a

12 $\alpha$  hidroxy-24-metilcolesterol



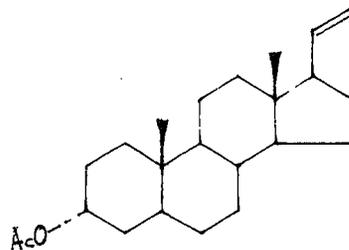
Litophyton viridis, Leti (1)

5 $\alpha$ -pregna-1,20-dien-3-ona



Coral blando no identificable, I. Cantón (1)

5 $\alpha$ -pregna-20-en-3 $\alpha$  ol 5 acetato



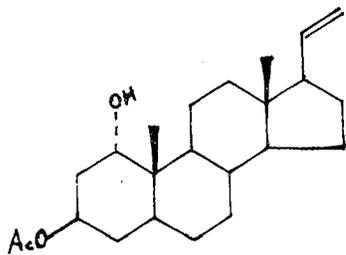
C<sub>24</sub>H<sub>33</sub>O<sub>2</sub>

Pregneno

Coral blando no identificado, I. Cantón (1)

(1) Higgs, M.D., Faulkner, D.J. (1977)

5  $\alpha$ -pregna-20-en-1  $\alpha$ , 3  $\alpha$ -diol-3-acetato



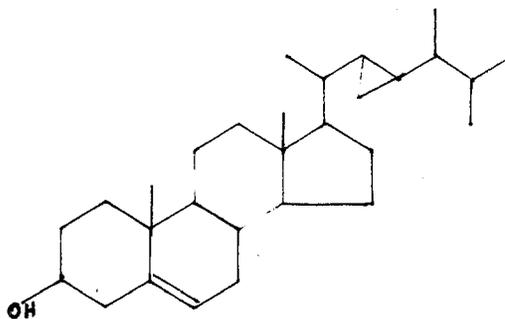
$C_{24}H_{33}O_3$

Pregnano

Coral blando no identificado, I. de Cantón (1)

(1) Higgs, M.D.; Faulkner, D.J. (1977)

23-desmetilgorgosterol



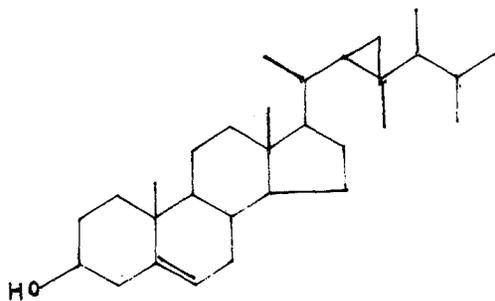
$C_{29}H_{48}O$

Esteroide

Gorgonia ventalina, G. flabellum, Clavularia sp. Singularia sp, Cladiera digitulata, C. Sphaeropora, Cladiera sp. Sarcophyton sp. Sarcophyton elegans, Japón (3)

(1) Ciereszko, L.S., Karns, T.K.B. (1973)  
(2) Schmitz, F.J. (1970)

Gorgosterol



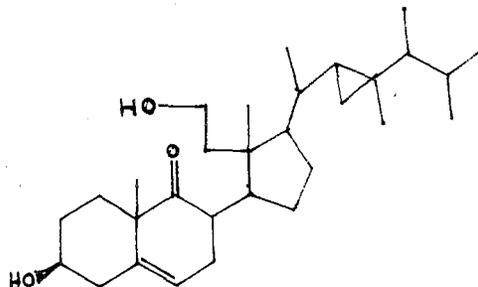
$C_{30}H_{50}O$

Esterol

Plexaura flexuosa, Manicina areolata, Lobophytum sp.  
varios gorgónidos (1) Plexaura sp. (2) Pterogorgia,  
3 especies (4)

- (1) Ciereszko, L.S., Karns, T.K.B. (1973)
- (2) Block, J.H. (1974)
- (3) Ciereszko, L.S., et. al (1968)
- (4) Schmitz, F.J., et. al (1969)b
- (5) Ling, N.C., et. al (1970)

$\Delta^5$ -9,11,-sccogorgosten-5,11 diol,-9-ona



$C_{30}H_{50}O_3$

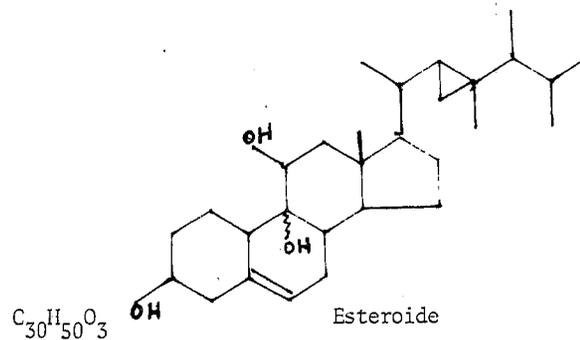
Esterol

Pseudopterogorgia americana

- (1) Ciereszko, L.S., Karns, T.K.B. (1973)
- (2) Spraggins, R.L. (1970)

(5) Kawanawa, A., et. al. (1977)

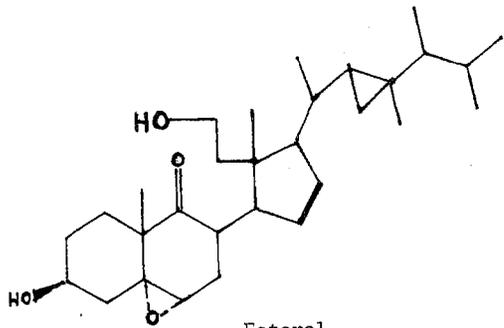
Gorgost-5-en-3,9,11, triol



Pseudopterogorgia americana (1)

(1) Ciereszko, L.S., Karns, T.K.B. (1973)

5,epoxi,  $\Delta^5$ ,9,11-secogorgosten-3,11-diol-9-ona



$C_{30}H_{48}O_4$

Esterol

Pseudopterogorgia americana (1)

(1) Spraggins, R.L. (1970)

- 1<sup>=</sup> AHOND, A., et. al  
STRUCTURE OF LEMNALACTONE AND 7 EPILMNALACTONE REASSESSMENT  
TETRAHEDRON LETTERS /21/, 1829-80, (1979)
- 2<sup>=</sup> ALBERICCI, M., et. al  
SARCOGLAUCOL, A NOVEL CEMBRANE DITERPENE FROM THE SOFT CORAL SARCO  
PHYTON GLAUCUM  
B. SOC. CHIM. BELG. 87, /6/, 487-92, (1978)
- 3<sup>=</sup> ARA DER MADEROSIAN  
CURRENT STATUS OF DRUG COMPOUNDS FROM MARINE SOURCES  
TRANS. OF DRUGS FROM THE SEA  
(H.D. FREUDENTHAL, ED.), 53-66 (1967)
- 4<sup>=</sup> AYANOGLU, E., et. al  
TERPENOID LXXV: 9(12)CAPNELLENE, A NEW SESQUITERPENE HYDROCARBON  
FROM THE SOFT CORAL CAPNELLA IMBRICATA.  
TETRAHEDRON LETTERS /19/, 1671-1674, (1978)
- 5<sup>=</sup> AYANOGLU, E., et. al  
PRECAPNELLADINE, A POSSIBLE BIOSINTETIC PRECURSOR OF THE CAPNELLANE  
SKELETON.  
TETRAHEDRON, 35, 1035-39, (1979)
- 6<sup>=</sup> BEECHAN, C.M., et. al  
SINULARENE, A SESQUITERPENE HYDROCARBON BASED ON A NOVEL SKELETON  
FROM THE SOFT CORAL SINULARIA MAYI.  
TETRAHEDRON LETTERS /28/, 2395-98, (1977)
- 7<sup>=</sup> BEECHAN, C.M.  
INVESTIGATION OF TERPENOIDS FROM THE SOFT CORAL SINULARIA MAYI.  
DISS. ABSTRACTS INT. B. 38, /12-1/, 5933- (1978)
- 8<sup>=</sup> BERGMAN, W., et. al  
CONTRIBUTIONS TO THE STUDY OF MARINE PRODUCTS XIII. STEROLS FROM VARIOUS  
INVERTEBRATES.  
J. ORG. CHEM. 8, 271-282 (1943)
- 9<sup>=</sup> BERNSTEIN, J., et. al  
SARCOPHINE, A NEW EPOXY CEMBRANOLIDE FROM MARINE ORIGIN  
TETRAHEDRON 30, 2817- (1974)
- 10<sup>=</sup> BLOCK, J.H.  
MARINE STEROLS FROM THE GORGONIANS  
STEROIDS, 23, /3/, 421-24, (1974)
- 11<sup>=</sup> BORILOTTO, M., et. al  
A NOVEL POLYHYDROXYLATED STEROL FROM THE SOFT CORAL LITOPHYTON VIRIDIS.  
STEROIDS, 28, /4/, 461-66, (1976)a

- 12<sup>c</sup> BORTOLOITO, M., et. al  
FOUR NOVEL POLYHYDROXYLATED STEROS FROM SINULARIA DISSECTA.  
BULL. SOC. CHIM. BELG. 85, /1-2/, 27-34, (1976)b
- 13<sup>c</sup> BORTOLOITO, M.  
A NOVEL POLYHYDROXYLATED STEROL FROM THE SOFT CORAL LITOPHYTON VIRIDIS.  
STEROIDS 28, /4/, 461-466, (1976)c
- 14<sup>c</sup> BORTOLOITO, M., et. al  
A NOVEL POLIOXYGENATED STEROL FROM THE SOFT CORAL LITOPHYTON VIRIDIS.  
STEROIDS, 30, /2/, 159-64, (1977)
- 15<sup>c</sup> BOWDEN, B.F.  
A NEW CEMBRANOLIDE DITERPENE FROM THE SOFT CORAL LOBOPHYTUM CRASSUM.  
TETRAHEDRON LETTERS /41/, 3661-3662, (1977)
- 16<sup>c</sup> BOWDEN, B.F.  
A NOVEL BICYCLIC DITERPENE FROM LOBOPHYTUM HEDLEYI.  
AUST. J. CHEM. 31, 163-70, (1978)a
- 17<sup>c</sup> BOWDEN, B.F.  
A CHEMICAL AND CRYSTALLOGRAPHIC STUDY OF A NOVEL BICYCLIC DITERPENE AL-  
COHOL WITH A REARRANGED SKELETON FROM AN UNKNOWN SPECIES OF SOFT CORALS.  
AUST. J. CHEM. 31, 2039-47, (1978)b
- 18<sup>c</sup> BOWDEN, B.F., et.al  
TWO NEW DITERPENOIDS FROM AN UNKNOWN SPECIES OF SOFT CORAL.  
AUST. J. CHEM. 31, 1303-12, (1978)c
- 19<sup>c</sup> BOWDEN, B.F.  
A NOVEL NOR-DITERPENE FROM THE SOFT CORAL SINULARIA LEPTOCLADOS.  
AUST. J. CHEM. 31, 2049-56, (1978)d
- 20<sup>c</sup> BOWDEN, B.F., et. al  
TWO NEW CEMBRANOID DITERPENES FROM A SARCOPHYTON SP.  
AUST. J. CHEM. 32, 653-59, (1979)
- 21<sup>c</sup> BRAECKMAN, J.C.  
RECENT DEVELOPMENTS IN TERPENOID AND STEROID CHEMISTRY OF ALCYONACEA IN  
"MARINE NATURAL PRODUCT CHEMISTRY"  
NAVO CONF. SERIES (IV) 5-15, (1977)a
- 22<sup>c</sup> BRAECKMAN, J.C.  
THE ABSOLUTE CONFIGURATION OF AROMADENDRANE SESQUITERPENS FROM THE SOFT  
CORAL CESPITULARIA AFF. SUBVIRIDIS.  
EXPERIENTIA 33, /8/, 993 (1977)b
- 23<sup>c</sup> BRAECKMAN, J.C.  
DITERPENES FROM CLAVULARIA INFLATA.  
TETRAHEDRON 34, 1551-1556, (1978)

- 24- BRAECKMAN, J.C.  
THREE DITERPENOIDS FROM THE SOFT CORAL XENIA NOVAE (BRITANNIAE)  
BULL. SOC. CHEM. BELG. 88, /1-2/, /1-77, (1979)
- 25- BUNDY, G.L., et. al  
THE SYNTHESIS OF PGE<sub>2</sub> AND PGF<sub>2</sub>. FROM 15 (R) AND 15 (S) PGA<sub>2</sub>  
J. AM. CHEM. SOC. 94, /6/, 2123-24 (1972)a
- 26- BUNDY, G.L., et. al  
ISOLATION OF A NEW NATURALLY OCCURRING PROSTAGLANDIN, 5 TRANS PGA<sub>2</sub>  
SYNTHESIS OF 5 TRANS-PGE<sub>2</sub> AND 5-TRANS PGF<sub>2</sub>  
J. AM. CHEM. SOC. 94, /6/, 2124, (1972)b
- 27- BURKHOLDER, P.R., BURKHOLDER, L.M.  
ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF HORNY CORALS  
SCIENCE, 127, 1774-5 (1958)
- 28- BURKHOLDER, P.R.  
THE ECOLOGY OF MARINE ANTIHIBIOTICS AND CORAL REEFS  
BIOLOGY AND GEOLOGY OF CORAL REEFS, VOL. II, 117-182  
(ENDEAN AND JONES EDS.)  
ACADEMIC PRESS, N. YORK, (1973)
- 29- CARIELLO, L.; PROTA, G.  
COMP. BIOCHEM. PHYSIOL. 41-B, 195 , (1972)
- 30- CHAO TUNG CHEN, et. al  
THE CORAL REEF TURBINARIA BIFRONS BRUGGEMAN  
B. INST. ACAD. CHEN. INST. SIN 22, 101-104, (1973)a
- 31- CHAO TUNG CHEN, et. al  
THE CORAL REEF FAVIA FRAGUM  
BULL. INST. ACAD. CHEN. ACAD. SIN. 22, 105-118, (1973)b
- 32- CHAO TUNG CHEN, et. al  
THE CORAL REEF ACROPORA  
BULL. INST. CHEN. ACAD. SIN. 22, 109-111, (1973)c
- 33- CHAO TUNG CHEN, et. al  
THE CORAL REEFS POCILLOPORA DAMICORNIS AND TUBIRARIA PELTATA ESPER  
BULL. INST. CHEM. ACAD. SIN. 22, 112-115 (1973)d
- 34- CIERESZKO, L.S., et. al  
OCCURRENCE OF TERPENOID COMPOUNDS IN GORGONIANS  
ANA N.Y. ACAD. SCI., 90, /3/, 917-19, (1960)a
- 35- CIERESZKO, L.S., et. al  
OCCURRENCE OF TERPENOID COMPOUNDS IN GORGONIANS  
ANN. N.Y. ACAD. SCI. 90, /3/, 920-23, (1960)b
- 36- CIERESZKO, L.S.  
OCCURRENCE OF ANTIMICROBIAL TERPENOID COMPOUNDS IN THE ZOOXANTHELLAE  
OF ALCYONARIANS.  
TRENS. N.Y. ACAD. SCI. 2, /24/, 502-503, (1962)

- 37<sup>c</sup> CIERESZKO, L.S., et. al  
8th. ANNU. REP. RES PETROL. RES FUND AMER  
CHEM SOC. 33-34 (1963)
- 38<sup>c</sup> CIERESZKO, L.S., et. al  
OCCURRENCE OF GORGOSTEROL A/C<sub>30</sub> STEROL IN COELENTERATES AND THEIR  
ZOOXANTHELLAE.  
COMP. BIOCHEM. PHYSIOL. 24, 899, (1968)
- 39<sup>c</sup> CIERESZKO, L.S., et. al  
OCCURRENCE OF TAUROBETAINE IN COELENTERATES AND OF POLISSANCHARIDE  
SULFATE IN THE GORGONIAN PSEUDOPTEROGORGIA AMERICANA  
FOOD-DRUGS FROM THE SEA  
(L.R. WORTHEN ED.) 177-180  
MAR. TECH. SOC. (1973)a
- 40<sup>c</sup> CIERESZKO, L.S.; KARNS, T.K.B.  
BIOCHEMISTRY OF CORAL REEF COELENTERATES  
BIOLOGY AND ECOLOGY OF CORAL REEFS  
(JONES AND ENDEAN EDS.) 183-203  
ACADEMIC PRESS, N.YORK, (1973)b
- 41<sup>c</sup> CIERESZKO, L.S.  
CHEMICAL DIVERSITY IN TROPICAL REEF OCTOCORALS  
FOOD-DRUGS FROM THE SEA  
(WEBBER AND RUGGIERE EDS.) 297-301  
MAR. TECH. SOC. (1976)
- 42<sup>c</sup> COLL, J.C., et. al  
A NEW CEMBRANOID DITERPENE FROM A SARCOPHYTUM SPECIES  
AUST. J. CHEM. 30, 1305-1309, (1977)a
- 43<sup>c</sup> COLL, J.C., et. al  
A NOVEL CEMBRANOID DITERPENE FROM LOBOPHYTUM NICAELAE  
AUST. J. CHEM. 30, 1859-63, (1977)b
- 44<sup>c</sup> COLL, J.C., et. al  
A NOVEL FURANOQUINOL FROM SINULARIA LOCHMODES  
AUST. J. CHEM. 31, 157-62, (1978)
- 45<sup>c</sup> COLL, J.C., et. al  
A NOVEL FURANO-SESQUITERPENE ACID FROM THE SOFT CORAL SINULARIA GONA-  
TODES. (KOLONKO)  
TETRAHEDRON LETTERS /18/, 1539-1542, (1977)c
- 46<sup>c</sup> COLL, J.C.  
STUDIES OF AUSTRALIAN SOFT CORALS RECENT RESULTS (MEETING ABSTRACTS)  
ABS. PAP. ACS. (APR), 279, (1979)

- 47<sup>c</sup> COOK, F.C.  
THE CHEMICAL COMPOSITION OF SOME GORGONIAN CORALS  
AM. J. PHYSIOL. 7, 95-98, (1904)
- 48<sup>c</sup> COREY, E.J., et. al  
STUDIES ON THE PGA, SYNTHETASE COMPLEX FROM PLEXAURA HOMOMALLA  
J. AM. CHEM. SOC. 95, /6/, 2054-55, (1973)
- 49<sup>c</sup> COREY, E.J., et. al  
THE ROLE OF THE SYMBIOTIC ALGAE OF PLEXAURA HOMOMALLA IN PROSTAGLANDIN  
BIOSYNTHESIS.  
J. AM. CHEM. SOC. 96, /3/, 934-35 (1974)
- 50<sup>c</sup> COREY, E.J., et. al  
DISPARATE PATHWAYS OF PROSTAGLANDIN BIOSYNTHESIS IN CORAL MAMMALIAN  
SYSTEMS.  
J.C.S. CHEM. COMM. 277-278, (1975)
- 51<sup>c</sup> CZECZUGA, B.  
COMPARATIVE STUDIE OF CAROTENOIDS IN THE FAUNA OF THE GULLMAR FJORD I.  
ALCYONIUM DIGITATUM AND PENNAUTULEA PHOSPHOREA  
MAR. BIOL. 19, /3/, 206-209, (1973)
- 52<sup>c</sup> DALOZE, D., et.al.  
TWO NOVEL SESQUITERPENES FROM THE SOFT CORALS OF THE GENERA LEMNALIA  
AND PARALEMNALIA  
BULL. SOC. CHEM. BELG. 86, /1-2/, 47-52, (1977)
- 53<sup>c</sup> DANIELS, E.G.  
ESTEARASE FROM PLEXAURA HOMOMALLA  
PAPERS, U.S. 730925 4 PAGES.
- 54<sup>c</sup> DRECHSEL, E.I.  
Z. BIOL. 33, 85, (1896)
- 55<sup>c</sup> ENGELBRECHT, J.P., et. al  
A NEW STEROL FROM AN ALCYONARIAN  
STEROIDS 20, /1/, 121-26, (1972)
- 56<sup>c</sup> ENWALL, E.L., et. al  
CRYSTAL STRUCTURE AND ABSOLUTE CONFIGURATION OF TWO CYCLOPROPANE CON-  
TAINING MARINE STEROIDS.  
J.C.S. CHEM. COMM. 215-216, (1972)
- 57<sup>c</sup> ERMAN, A., NEEMAN, I.  
INHIBITION OF PHOSPHOFRUCTOKINASE BY THE TOXIC CEMBRANOLIDE SARCOPHINE  
ISOLATED FROM THE SOFT CORAL SARCOPHYTON GLAUCUM.  
TOXICON 15, 207-215, (1977)
- 58<sup>c</sup> FLORES, S.E., ROSAS, M.Y.  
ESTUDIO QUIMICO DEL COENENQUIMA DE ALGUNAS GORGONACEAS DEL GOLFO DE ME-  
XICO.  
BOL. INST. OCEANOLOG. UNIVERSIDAD ORIENTE 5, (1-2), 116-127, (1966)

- 59- FLORES, S.E., HUACUJA, L.  
ELEMENTOS MENORES CONTENIDOS EN ALGUNAS GORGONACEAS DEL GOLFO DE MEXICO  
BOL. INST. OCEANOLOG. UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
5, /1/, /2/, 105-115 (1966)
- 60- FOX, D.L.  
RELATIVE CHEMICAL STABILITY OF INORGANICALLY CONJUGATED ASTAXANTHIN  
COMP. BIO. CHEM. PHYSIOL 55B, 137-139, (1976)
- 61- GROSS, R.A.  
M.S. THESIS  
UNIVERSITY OF OKLAHOMA, NORMAN, (1969)
- 62- GROWEISS, A., et. al  
THE STRUCTURE OF TROCHERIOPHOROL, A MEMBRANOID DITERPENE FROM THE SOFT  
CORALS OF THE GENUS SARCOPHYTON  
BULL. SOC. CHEM. BELG. 87, /4/, 277-83, (1977)
- 63- GROWEISS, A., et. al  
A NEW FURANOID FATIY FROM THE SOFT CORALS SARCOPHYTON GLAUCUM AND GEMMATUM  
EXPERIENTIA, 34, /3/, 299 (1978)a
- 64- GROWEISS, A., KASHMAN, Y.  
XENICULIN, XENIAPHYLLENOL OXIDE, NEW DITERPENOIDS FROM THE SOFT CORAL  
XENIA MACROSPICULATA  
TETRAHEDRON LETTERS, /26/, 2205-2208, (1978)c
- 65- HALE, R.L., et. al  
DEMONSTRATION OF A BIOGENETICALLY UNPRECEDENTED SIDE CHAIN IN THE MARINE  
STEROL GORGOSTEROL  
J.A. CHEM. SOC. 92, /7/, 2179-2180, (1970)
- 66- HAERTLE, W.R.  
M.S. THESIS  
UNIVERSITY OF OKLAHOMA, (1971)
- 67- HALLENST, M., LIAAENJE, S.  
CAROTENOIDS FROM THE SOFT CORALS (TACH NOTE)  
BIOCH. SYST. 7, /2/, 171-172, (1979)
- 68- HERIN, M., et. al  
BULL. SO. CHIM. BELG. 85, 801- (1976)
- 69- HIGGS, M.D., FAULKER, D.J.  
5 PREGNA-1, 20-DIEN-3ONE AND RELATED COMPOUNDS FROM A SOFT CORAL  
STEROIDS 30, /3/, 379-388, (1977)
- 70- HOSSAIN, M.B., et.al  
THE CRYSTAL STRUCTURE OF GORGONENE SILVER NITRATE  
J. AM. CHEM. SOC. 90, /24/, 6607-6611, (1968)a

- 71- HOSSAIN, M.B., et. al  
THE MOLECULAR STRUCTURE OF EUNICIN IODOACETATE  
CHEM. COMM. 385-86, (1968)b
- 72- HOSSAIN, M.B., et. al  
MOLECULAR STRUCTURES AND ABSOLUTE CONFIGURATIONS OF TWO NEW MARINE  
CEMBRANOLIDES: SINULARIN AND DIHDROSINULARIN  
ACT. CRYST. B. 35, 660-66, (1979)
- 73- JEFFS, P.W., LYTTLE L.  
ISOLATION OF (-)- -CURCUMENE, (-)- -CURCUMENE AND (+)- -BISABOLENE  
FROM GORGONIAN CORALS. ABSOLUTE DONFIGURATION OF (-) - - CURCUMENE  
LLOYDIA 37, (2), 315-317, (1974)
- 74- KAISIN, M., et. al  
CAPNELLANE, A NEW TRICYCLIC SESQUITERPENE FROM THE SOFT CORAL CAPNELLA  
IMBRICATA  
TETRAHEDRON LETTERS /26/, 2239-2242, (1974)
- 75- KAISIN, M., et.al  
A<sup>9(12)</sup> CAPNELLENO 2, 5 8 10 TETROS, A NEW SESQUITERPENE AOCOHOL FROM  
THE SOFT CORAL CAPNELLA IMBRICATA  
BULL. SOC. CHIM. BELG. 88, /4/, 253-88, (1979)
- 76- KANAZAWA, A., et. al  
STEROLS IN CORAL REEF ANIMALS  
MARINE BIOLOGY 34, 53-57, (1976)
- 77- KANAZAWA, A., et. al  
OCCURRENCE OF 23, 24-DIMETHYLCHOLESTA-5, 22-DIEN-3 -OL IN A SOFT CORAL:  
SARCOPHYTA ELEGANS  
NIPPOON SUISSAN GAKKAISHI 40, /7/, 729 (1974)
- 78- KANAZAWA, A., et.a.l.  
STEROLS OF COLELENTERATES  
COMP. BIOCHEM PHYSIOL. 57B, 317-23, (1977)
- 79- KASHMAN, Y., et.al  
SOME NEW CEMBRANE DERIVATIVES OF MARINE ORIGIN  
TETRAHEDRON 30, 3615-3620, (1974)
- 80- KASHMAN, Y., GROWEISS, A.  
LOBOLIDE, A NEW EPOXYCEMBRANOLIDE OF MARINE ORIGIN  
TETRAHEDRON LETTERS, /59/, 1159-1160 (1977)a
- 81- KASHMAN, Y., et. al.  
SURVEY AND ISOLATION OF A NEW SINULARIOLIDE DERIVATIVE  
ISR. J. CHEM. 16, /1/, 1-3, (1977)b

- 82- KASHMAN, Y., et. al.  
7 HYDROXI (AND ACETOXY) - -MULLOLENE FROM THE SOFT CORAL HETEROXENIA FUSCENS  
TETRAHEDRON 34, 1227-1229, (1978)
- 83- KAZLAUSKAS, R., et. al.  
TWO NEW DITERPENES RELATED TO EUNICELLIN FROM A CLADIELLA SPECIES (SOFT CORALS)  
TETRAHEDRON LETTERS /52/, 4643-4646, (1977)
- 84- KAZLAUSKAS, R., et. al.  
CEMBRANOID CONSTITUENTS FROM AN AUSTRALIAN COLLECTION OF SOFT CORAL SINULARIA FLEXIBILIS  
AUST. J. CHEM. 31, 1817-24, (1978)
- 85- KENNARD, O, WATSON, D.G.  
EUNICELLIN, A DITERPENOID OF THE GORGONIAN EUNICELLA STRICTA.  
X RAY DIFFRACTION ANALYSIS OF EUNICELLIN DIBROMIDE  
TETRAHEDRON LETTERS, /24/, 2879-2884, (1968)
- 86- KODAMA, M., et. al.  
SYNTHESIS OF MACROCYCLIC TERPENOIDS BY INTRAMOLECULAR CYCLIZATION I.  
(-) - CEMBRENE-A, A A TERMITE TRAIL PHEROMONE, AND (-)-NEPHTENOL  
TETRAHEDRON LETTERS /35/, 3065-3068, (1975)
- 87- LING, N.C., et. al.  
THE STRUCTURE AND ABSOLUTE CONFIGURATION OF THE MARINE STEROL GORGOSTEROL.  
J. AM. CHEM. SOC. 22, 5281-82, (1970)
- 88- MARSH, M.E.  
M.S. THESIS  
UNIVERSITY OF OKLAHOMA, NORMAN, (1971)
- 89- MC. LEAN, M.J.  
PH. DISSERTATION  
YALE UNIVERSITY, (1941)
- 90- MIYARES, C.M., MENENDEA, E.  
IDENTIFICATION OF PROSTAGLANDINS IN A CUBAN CORAL, THE GORGONIA FLABELLUM  
1974 CONGR. HUNG. PHAR. SOC. (PROCEEDINGS) 2, /2/, 165-69, (1976)
- 91- MIDDLEBROOK, R.E., et. al.  
ISOLATION AND PURIFICATION OF A TOXIN FROM MILLEPORA DICHOTOMA  
TOXICON, 9, 333-336, (1971)
- 92- MISSAKIAN, M.G., et. al.  
PUKALIDE, A FURANOCEMBRANOLIDE FROM THE SOFT CORAL SINULARIA ABRUPTA  
TETRAHEDRON LETTERS, /31/, 2513-2515, (1975)
- 93- MOLDOWAN, J.M., et. al.  
24 E METHYLCOLESTANE-3, 5, 6, 25 TETRO, 25 MONOACETATE, A NOVEL  
POLYHYDROXYLATED STEROL FROM AN ALCYONARIAN.  
STEROIDS 24, /2/, 387-98 (1974)

- 94<sup>c</sup> MOLDOWAN, J.M., et. al.  
24 E METHYLCOLESTONE -3 , 5 , 6 , 12 , 25-PENTOL, 25-MONOACETATE.  
A NOVEL POLYOXIGENATED MARINE STEROL  
STEROIDS 26, /1/, 107-128 (1975)
- 95<sup>c</sup> MORNER, C.T.  
HOPPE-SEYLER'S PHYSIOL-CHEM 88, 138, (1913)
- 96<sup>c</sup> MORSE, D.E., et. al.  
CAPACITY FOR BIOSYNTHESIS OF PROSTAGLANDIN-RELATED COMPOUNDS. DISTRIBUTION AND PROPERTIES OF THE RATE-LIMITING ENZYME IN HYDROCORALS, GORGONIANS, AND OTHER COELERENTERATES OF THE CARIBBEAN AND PACIFIC.
- 97<sup>c</sup> MURPHY, B., et. al.  
PERIDININ FROM ISIS HIPPURIS  
BIOCHEM. SIST. ÉCOL. 6, /7/, 85-6, (1978)
- 98<sup>c</sup> NEEMAN, I., et. al.  
SARCOPHINE, NEW TOXINE FROM THE SOFT CORAL SARCOPHYTON GLAUCUM  
TOXICON, 12, /6/, 593-98, (1974)
- 99<sup>c</sup> ODENSE, P.H.  
UNIVERSITY OF OKLAHOMA, NORMAN, (1958)  
PH. DISSERTATION
- 101<sup>c</sup> RAVI, B.N., FAULKNER, D.J.  
CEMBRANOID DITERPENES FROM A SOUTH PACIFIC SOFT CORAL  
J. ORG. CHEM. 43, /11/, 2127-2131, (1978)
- 102<sup>c</sup> REHMS, S.J.  
PH. DISSERTATION  
UNIVERSITY OF OKLAHOMA, NORMAN, (1971)
- 103<sup>c</sup> RICE, J.R., et. al.  
ISOLATION, LOCALIZATION AND BIOSYNTHESIS OF CRASSIN ACETATE IN PSEUDO-  
PLEXAURA POROSA.  
BIOL. BULL. 138, /3/, 334-43, (1970)
- 104<sup>c</sup> RUDIGER, W., et. al.  
ISOLIERUNG VON BILIVERDIN-IX- AUS DER BLAVEN KORALLE HELIOPORA COERULEA  
PALL.  
JUSTUS LIEBIGS ANN CHEM. /713/, 209-214, (1968)
- 105<sup>c</sup> SCHMIDT, R.W., CIERESZKO, L.S.  
PROC. OKLA. ACAD. SCI. 48, 258 (1969)
- 106<sup>c</sup> SCHMITZ, F.J., et. al.  
ANCEPSENOLIDE: A NOVEL BISBUTENOLIDE OF MARINE ORIGIN  
TETRAHEDRON LETTERS. /1/, 97-104, (1966)
- 107<sup>c</sup> SCHMITZ, F.J., et. al.  
HYDROXIANCEPSENOLIDE, A DILACTONE FROM THE OCTOCORAL PTEROGORGIA ANCEPS.  
J. ORG. CHEM. 34, 1989-1990 (1969)a
- 108<sup>c</sup> SCHMITZ, F.J., et. al.  
STEROLS AND LACTONES OF THE GENUS PTEROGORGIA  
FOOD DRUGS FROM THE SEA  
(H.B. YOUNGKEN, E.D.) 315-18  
MAR. TECH. SOC. (1969)b

- 109<sup>c</sup> SCHMITZ, F.J., et. al.  
NEW MARINE STEROL POSSESSING A SIDE CHAIN CICLOPROPYL GROUP:  
23 DESMETIL GORGOSTEROL  
J. AM. CHEM. SOC. 92, /20/, 6073-6074 (1970)
- 110<sup>c</sup> SCHMITZ, F.J., LORANCE, E.D.  
LACTONES FROM THE GORGONIAN PTEROGORGIA GUADALUPENSIS.  
J. ORG. CHEM. 36, /5/, 719-21, (1971)
- 111<sup>c</sup> SCHMITZ, F.J., et. al.  
COMPARATIVE BIOCHEMISTRY OF GORGONIANS: STEROLS AND LACTONES OF THE  
GENUS PTEROGORGIA  
FOOD-DRUGS FROM THE SEA  
(H.B. YOUNGKEN, ED.) 315-18  
MAR. TEACH. SOC. (1973)
- 112<sup>c</sup> SCHMITZ, F.J., et. al.  
MARINE NATURAL PRODUCTS  
NEPHTENOL AND EPOXY NEPHTENOL ACETATE  
CEMBRANE DERIVATIVES FROM A SOFT CORAL  
J.C.S. CHEM. COMM., 407-408, (1974)
- 113<sup>c</sup> SCHNEIDER, W.P., et. al.  
OCCURRENCE OF ESTERS OF (15-S)  $PGA_2$  AND  $PGE_2$  IN CORAL  
J. AM. CHEM. SOC. 94, /6/, 2124, (1972)
- 114<sup>c</sup> SCHNEIDER, W.P., et. al.  
ISOLATION AND CHEMICAL CONVERSIONS OF PROSTAGLANDINS FROM PLEXAURA HO-  
MOMALLA: PREPARATION OF PROSTAGLANDIN  $E_2$   $PGF_2$  AND THEIR TRANS ISOMERS.  
J. AM. CHEM. SOC. 99, /4/, 1222-1223, (1977)<sup>a</sup>
- 115<sup>c</sup> SCHNEIDER, W.P., et. al.  
THE OCCURRENCE OF 13, 14 CIS-UNSATURATED PROSTAGLANDINS IN THE CORAL  
PLEXAURA HOMOMALLA. SYNTHESIS OF 13, 14 CIS-PROSTAGLANDIN  $E_2$  ACETATE  
METHYL ESTER AND 13, 14-CIS ANALOGUES OF PROSTAGLANDIN  $F_2$  AND PROSTA-  
GLANDIN  $F_2$   
J. AM. CHEM. SOC., 99, /18/, 606206 (1977)<sup>b</sup>
- 116<sup>c</sup> SHEIK, Y.M., et. al.  
FOUR REPRESENTATIVES OF A NOVEL SESQUITERPENE CLASS: THE CAPNELLANE -  
SQUELETON  
TETRAHEDRON, 32, 1171-1178, (1976)
- 117<sup>c</sup> SHEIK, Y.M., et. al.  
<sup>9(12)</sup> CAPNELLANE 3 , 8 , 10 , 14 TETROL: A NOVEL POLYOXYGENATED  
SESQUITERPENE FROM THE ALCYONARIAN CAPNELLA IMBRICATA.  
TETRAHEDRON, 33, 2115 (1977)
- 118<sup>c</sup> SPRAGGINS, R.L.  
PH. DISSERTATION  
UNIVERSITY OF OKLAHOMA, (1970)

- 119<sup>c</sup> SUZUKI, M., et. al.  
CYCLIZATION OF POLYENES XXX. SYNTHESIS OF 2-HYDROXY AND 1,2 DEHYDRO 7,8  
OXIDO NEPHITENOLS AND CEMBRANOL  
CHEMISTRY LETTERS, 759-762, (1978)
- 120<sup>c</sup> THEODOR, J.  
VIE ET. MILIEN 2-, /3a/, 635 (1969)
- 121<sup>c</sup> TURSCH, B., et. al.  
AFRICANOL, AN UNUSUAL SESQUITERPENE FROM LEMNALIA AFRICANA  
TETRAHEDRON LETTERS /9/, 747-750, (1974)a
- 122<sup>c</sup> TURSCH, B., et. al.  
LOBOPHYTOLIDE, A NEW DITERPENE FROM THE SOFT CORAL LOBOPHYTUM CRISTAGALLI  
TETRAHEDRON LETTERS, /43/, 3769-3772, (1974)b
- 123<sup>c</sup> TURSCH, B., et. al.  
LEMNACARNOL, A NOVEL SESQUITERPENE FROM THE SOFT CORAL LEMNALIA CARNOSA  
BULL. SOC. CHIM. BELG. 84, /1-2/, 81-82 (1975)
- 124<sup>c</sup> TURSCH, B., et. al.  
2 HIDROXIPHETENOL, A NOVEL CEMBRANEDITERPENE FROM THE SOFT CORAL LYTO-  
PHYTON VIRIDIS.  
BULL. SOC. CHIM. BELG. 84, /7/, 767-74, (1975)a
- 125<sup>c</sup> TURSCH, B., et. al.  
SINULARIOLIDE, A NEW CEMBRANOLIDE DITERPENE FROM THE SOFT CORAL SINULARIA  
FLEXIBILIS.  
TETRAHEDRON 31, 129-133, (1975)b
- 126<sup>c</sup> TURSCH, B., et. al.  
STRUCTURE AND ABSOLUTE CONFIGURATION OF LABOSERAL, A NOVEL POLYOXIGENA-  
TED STEROL FROM THE ALCYONACEAN LOBOPHYTUM PAUCIFLORUM.  
STEROIDS 27, /1/, 137-142, (1976)a
- 127<sup>c</sup> TURSCH, B.  
SOME RECENT DEVELOPMENTS IN THE CHEMISTRY OF ALCYONACEANS  
PURE AN APPL. CHEM. 48, 1-6 (1976)b
- 128<sup>c</sup> TURSCH, B., et. al.  
BULL. SOC. CHIM. BELG. 85, 27, (1976)c
- 129<sup>c</sup> TURSCH, B., et. al.  
CRASSOLIDE, A HIGHLY OXIGENATED DITERPENE FROM THE SOFT CORAL LOBOPHO-  
PHYTUM CRASSUM.  
BULL. SOC. CHIM. BELG. 87, /1/, 76-81, (1978)
- 130<sup>c</sup> VANDERAH, D.J., et. al.  
XENICIN, A DITERPENOID POSSESSING A NINE MEMBERED RING FROM A SOFT CORAL  
XENIA ELONGATA  
J. ORG. CHEM. 99, /17/, 5780-5784, (1977)
- 131<sup>c</sup> VANDERAH, D.J.  
MARINE NATURAL PRODUCTS: CEMBRANE-A AND CEMBRANE-C FROM A SOFT CORAL  
NEPHTEA SP.  
J. ORG. CHEM. 43, /8/, 1614-1616, (1978)

- 132- WASHECKECK, P.H.  
PH. D. THESIS  
UNIVERSITY OF OKLAHOMA, NORMAN, (1967)
- 133- WEINHEIMER, A.J., et. al.  
THE OCCURRENCE OF TERPENOID COMPOUNDS IN GORGONIANS  
DRUGS FROM THE SEA (FREUDENTHAL, H.D., ED.) 134-140  
MAR. TECH. SOC. (1967)
- 134- WEINHEIMER, A.J., et. al.  
THE SESQUITERPENE HYDROCARBONS OF THE GORGONIAN PSEUDOPTEROGORGIA  
AMERICANA, THE NONISOPRENOID -GORGONENE  
CHEM. COMM. 1070-71, (1968)a
- 135- WEINHEIMER, A.J., et. al.  
EUNICIN, AN OXABRIDGED CEMBRANOLIDE OF MARINE ORIGIN  
CHEM. COMM., 384-85, (1968)b
- 136- WEINHEIMER, A.J., SPRAGGINS, R.L.  
THE OCCURRENCE OF TWO NEW PROSTAGLANDIN DERIVATIVES (15-EPI-PGA<sub>2</sub> AND  
ITS ACETATE METHYL ESTER) IN THE GORGONIAN PLEXAURA HOMOMALLA  
TETRAHEDRON LETTERS /59/, 5183-88, (1969)a
- 137- WEINHEIMER, A.J., WASHECKECK, P.H.  
THE STRUCTURE OF THE MARINE BENSOFURAN FUROVENTALENE, A NON-FARNESYL  
SESQUITERPENE.  
TETRAHEDRON LETTERS, /39/, 3315-18, (1969)b
- 138- WEINHEIMER, A.J., et. al.  
NOVEL COMPOUNDS FROM CORAL  
UNITED STATES PATENT 760824, (1970)
- 139- WEINHEIMER, A.J., KARNS, T.K.B.  
A SEARCH FOR ANTICANCER AND CARDIOVASCULAR AGENTS IN MARINE ORGANISMS  
FOOD-DRUGS FROM THE SEA (WEBBER AND RUGGIERI EDS.) 491-96  
MAR. TEACH. SOC. WASH. (1976)
- 140- WEINHEIMER, A.J., et. al.  
A NEW MARINE BETAINE, NORZOOANEMMIN IN THE GORGONIAN IN THE GORGONIAN  
PSEUDOPTEROGORGIA AMERICANA  
TETRAHEDRON 29, 3135-36, (1973)
- 141- WEINHEIMER, A.J., MATSON, J.A.  
CRASSIN ACETATE, THE PRINCIPAL ANTINEOPLASTIC AGENT IN THE FOUR GORGO-  
NIANS OF THE PSEUDOPLEXAURA GENUS.  
LLOYDIA 38, 378-382, (1975)
- 142- WEINHEIMER, A.J., MATSON, J.A.  
MARINE ANTICANCER AGENTS: SINULARIN AND HYDROSINULARIN, NEW CEMBRANOLI-  
DES FROM THE SOFT CORAL SINULARIA FLEXIBILIS.  
TETRAHEDRON LETTERS, /347/, 2923-26, (1977)
- 143- WITTLE, L.W., et. al.  
ISOLATION AND PARTIAL PURIFICATION OF A TOXIN FROM MILLEPORA ALCICORNIS  
TOXICON /9/, 327-331, (1971)

- 144<sup>c</sup> WITTLE, L.W., WHEELER, C.A.  
TOXIC AND IMMUNOLOGICAL PROPERTIES OF STINGING CORAL TOXIN  
TOXICON 12, 487-493, (1974).
- 145<sup>c</sup> WOLF, M.A.  
M.S. THESIS  
UNIVERSITY OF OKLAHOMA, NORMAN, (1963)
- 146<sup>c</sup> YOUNGBOOD, W.W.  
PH. DISSERTATION  
UNIVERSITY OF OKLAHOMA, NORMAN, (1969)

/mlhv