

Esteroles en Esponjas Marinas

Carmenza Duque, Alejandro Martínez y Gustavo Peñuela

Departamento de Química, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia

SUMARIO

Esta revisión bibliográfica comprende la mayoría del trabajo publicado hasta el momento sobre esteroides aislados de esponjas marinas. Estos esteroides comprenden compuestos desde C₁₉ hasta C₃₁ con estructuras convencionales y con estructuras novedosas (núcleo y/o cadena lateral no convencional).

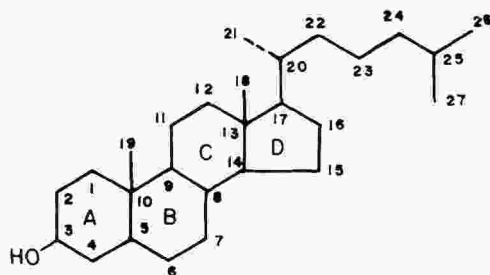
ABSTRACT

This review covers most of the published work on sterols isolated from marine sponges. The carbon range of those sterols varies from C₁₉ to C₃₁ and their structures possess conventional and novel nucleus and/or side chains.

INTRODUCCION

Los invertebrados marinos a menudo son una fuente abundante de esteroides comunes y de esteroides que poseen cadenas laterales novedosas y/o núcleos esteroidales no convencionales. A diferencia de la hasta ahora monótona composición de esteroides terrestres (Alquilados en el C-24: sustituyentes con uno o dos átomos de carbono en el caso de plantas y un grupo hidrógeno en el caso de animales), los esteroides marinos poseen no menos de seis sitios posibles de alquilación (C-22, C-23, C-24, C-25, C-26, C-27), varios sitios diferentes de dealquilación (C-19, C-26, C-27, pérdida de uno o más átomos de carbono de la cadena lateral), presencia de anillo ciclopropano en varios sitios de la cadena lateral, contracción del anillo A, presencia de algunas insaturaciones no comunes en el núcleo esteroide tales como Δ^7 , $\Delta^{8,9}$... etc.

Entre los invertebrados marinos estudiados, las esponjas marinas son los animales que hasta el momento de escribir esta revisión han aportado el mayor número de estructuras esterólicas particularmente las novedosas (solo unas 150 especies de las 5000 que se calcula existen en la naturaleza, han sido examinadas por su contenido de esteroides(1)).



El aislamiento del primer esteroide en esponjas fue hecho por Henze (2,3) quien a principios de este siglo (1904, 1908) obtuvo espongosterol* de la esponja *Suberites domuncula*. Sin embargo, quien primero reportó la gran variedad de esteroides que contienen las esponjas fue Dorée en un trabajo clásico(4) publicado en 1909. Desde entonces y aproximadamente hasta 1970 el progreso en el campo de investigación de esteroides en esponjas podría casi enmarcarse dentro de los trabajos de Bergmann quien también publicó dos revisiones sobre esta materia (5,6) en 1949 y 1962 y a la revisión hecha por Brooks(7) en 1970.

Sin embargo todo este trabajo fue hecho cuando aún no habían sido desarrollados métodos cromatográficos eficientes y espectroscópicos de alta resolución y como el mismo Bergmann lo reconoció, puede que la mayoría de estos datos aún se refieran a mezclas de esteroides y no a compuestos individuales.







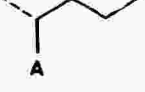
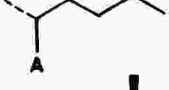
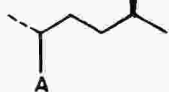
En contraste con todo este trabajo, la investigación en esteroides marinos durante los últimos 12 años ha tenido un impulso sorprendente y con el advenimiento de técnicas sofisticadas como cromatografía líquida de alta eficiencia, cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas y RMN-¹H de alta resolución han logrado aislarse hasta 50 esteroides de una misma esponja(8). El progreso en este campo ha sido tan rápido que aún los trabajos bibliográficos más recientes sobre esteroides marinos (donde siempre se incluye una parte dedicada a esteroides aislados de esponjas) escritos por Scheuer(9), Minale et al.(10), Schmitz(11) y Djerassi et al.(12, 13) en la última década han quedado atrasados.

El objetivo del presente trabajo bibliográfico es revisar y presentar en un solo bloque los trabajos sobre esteroides encontrados en esponjas marinas haciendo énfasis en su aspecto químico (Aislamiento e identificación de nuevas estructuras esteroidales). Así, nuestro propósito es dar a conocer de una forma integral lo existente hasta el momento sobre el tema como un aporte a quienes se están dedicando a la química de productos naturales marinos en el país. Si el lector desea tener una visión más amplia acerca de la biosíntesis y función biológica de estos esteroides así como de su valor potencial en quimiotaxonomía nos permitimos referirlo a los trabajos de Djerassi(13) y Goad(14) publicados en 1981.


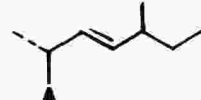
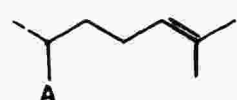
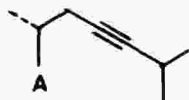
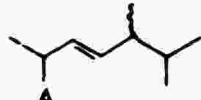
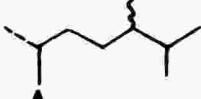
ESTEROLES DE ESPONJAS

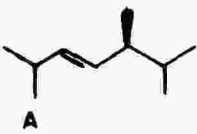
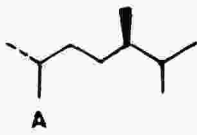
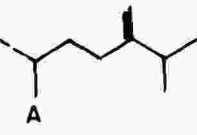
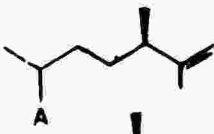
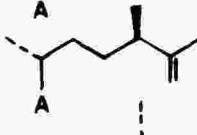
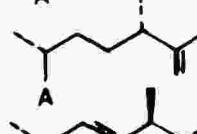
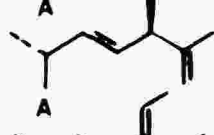
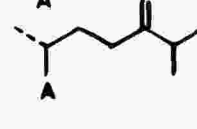
El material bibliográfico ha sido ordenado para su presentación en la Tabla de una manera simple y fácil de visualizar rápidamente de acuerdo al número de átomos de carbono del esteroles y de acuerdo a la clase de núcleo que tenga, especificando la (s) esponja (s) marina (s) de donde fue aislado y la cita bibliográfica donde fue reportado el trabajo. Es de anotar que la mayoría de las variaciones estructurales ocurren en la cadena lateral del esteroles, aun cuando recientemente se han encontrado también variaciones en el núcleo, las cuales están mostradas en las doce clases de núcleos aquí presentados.

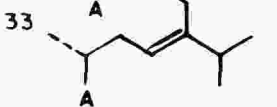
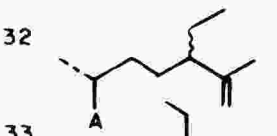
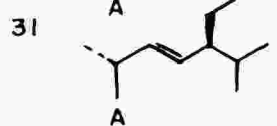
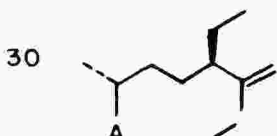
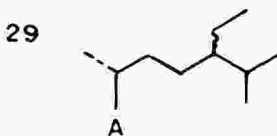
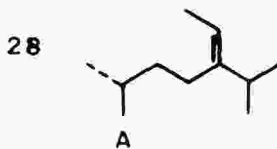
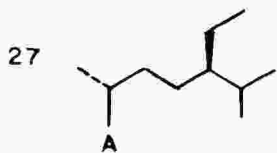
TABLA
ESTEROLES AISLADOS DE ESPONJAS

Item	Esterol	número de carbonos	Esponja	Referencia
1		19	Damiriana hawaiiiana	15
2		21	Damiriana hawaiiiana	15
3		21	Damiriana hawaiiiana	15
4		22	Damiriana hawaiiiana	15
5		22	Damiriana hawaiiiana	15
6		23	Damiriana hawaiiiana	15
7		24	Damiriana hawaiiiana	15
8		25	Damiriana hawaiiiana	15
9		26	Synops sp Pachymatisma johnstoni Pseudaxinella lunae- chaarta	16 16 17

10		27	<i>Callyspongia diffusa</i> 18 <i>Damiriana hawaiiiana</i> 15 <i>Petrosia ficiformis</i> 19 <i>Gelliodes gracilis</i> 20 <i>Gelliodes fibulata</i> 20 <i>Cerachalina reticulata</i> 20 <i>Petrosia sp</i> 20 <i>Agelas mauritiana</i> 20 <i>Hymeniacion perlevis</i> 20 <i>Synops sp</i> 16 <i>Xestospongia muta</i> 21 <i>Xestospongia exigua</i> 21 <i>Cliona celata</i> 22
11		27	<i>Damiriana hawaiiiana</i> 15 <i>Agelas mauritiana</i> 20 <i>Hymeniacion perlevis</i> 20 <i>Petrosia sp</i> 20 <i>Cerachalina reticulata</i> 20 <i>Pseudaxinella lunaecharta</i> 17 <i>Callyspongia diffusa</i> 18 <i>Gelliodes gracilis</i> 20 <i>Psammaphysilla purpurea</i> 23 <i>Jaspis stellifera</i> 24 <i>Gelliodes fibulata</i> 20 <i>Dysidea herbacea</i> 25 <i>Terpios zeteki</i> 25 <i>Axinella cannabina</i> 26 <i>Asteropus sarasinorum</i> 27 <i>Xestospongia exigua</i> 21 <i>Biemna fortis</i> 28 <i>Cliona celata</i> 22
12		27	<i>Petrosia sp</i> 20 <i>Cerachalina reticulata</i> 20 <i>Gelliodes gracilis</i> 20 <i>Agelas mauritiana</i> 20 <i>Xestospongia exigua</i> 21 <i>Jaspis stellifera</i> 24 <i>Callyspongia diffusa</i> 18 <i>Hymeniacion perlevis</i> 20 <i>Xestospongia muta</i> 21 <i>Gelliodes fibulata</i> 20 <i>Damiriana hawaiiiana</i> 15 <i>Asteropus sarasinorum</i> 27 <i>Biemna fortis</i> 28 <i>Cliona celata</i> 22

13		27	<i>Callyspongia diffusa</i>	18
			<i>Cliona celata</i>	22
14		27	<i>Petrosia ficiformis</i>	19
			<i>Pseudaxinella lunae-charta</i>	18
15		27	<i>Gelliodes fibulata</i>	20
			<i>Gelliodes gracilis</i>	20
			<i>Petrosia sp</i>	20
			<i>Agelas mauritiana</i>	20
			<i>Hymeniacidon perlevis</i>	20
16		27	<i>Calyx nicaensis</i>	29
17		28	<i>Damiriana hawaiiiana</i>	15
			<i>Gelliodes fibulata</i>	20
			<i>Gelliodes gracilis</i>	20
			<i>Cerachalina reticutis</i>	20
			<i>Petrosia sp</i>	20
			<i>Agelas mauritiana</i>	20
			<i>Hymeniacidon perlevis</i>	20
			<i>Psammaplysilla purpurea</i>	23
			<i>Terpios zeteki</i>	25
			<i>Dysidea herbacea</i>	25
			<i>Synops sp</i>	16
			<i>Petrosia ficiformis</i>	19
			<i>Xestospongia muta</i>	21
			<i>Xestospongia exigua</i>	21
18		28	<i>Damiriana hawaiiiana</i>	15
			<i>Psammaplysilla purpurea</i>	23
			<i>Terpios zeteki</i>	25
			<i>Synops sp</i>	16
			<i>Petrosia ficiformis</i>	19
			<i>Xestospongia muta</i>	21
			<i>Xestospongia exigua</i>	21
			<i>Pseudaxinella lunae-charta</i>	17

19		28	<i>Cliona celata</i>	22
			<i>Jaspis stellifera</i>	31
			<i>Asteropus sarasinorum</i>	27
			<i>Xestospongia exigua</i>	21
			<i>Pseudaxinella lunaecharta</i>	17
20		28	<i>Jaspis stellifera</i>	31
			<i>Gelliodes fibulata</i>	20
			<i>Gelliodes gracilis</i>	20
			<i>Petrosia sp</i>	20
			<i>Agelas mauritiana</i>	20
			<i>Hymeniacion perlevis</i>	20
			<i>Callyspongia diffusa</i>	18
			<i>Asteropus sarasinorum</i>	27
			<i>Cliona celata</i>	22
21		28	<i>Cliona celata</i>	22
			<i>Callyspongia diffusa</i>	18
			<i>Gelliodes fibulata</i>	20
			<i>Gelliodes gracilis</i>	20
			<i>Cerachalina reticulata</i>	20
			<i>Petrosia sp</i>	20
			<i>Agelas mauritiana</i>	20
			<i>Terpios zeteki</i>	25
			<i>Dysidea herbacea</i>	25
			<i>Petrosia ficiformis</i>	19
			<i>Xestospongia exigua</i>	21
			<i>Pseudaxinella lunaecharta</i>	17
22		28	<i>Jaspis stellifera</i>	31
23		28	<i>Verongia cauliformis</i>	32
24		28	<i>Verongia cauliformis</i>	32
25		28	<i>Pseudaxinella lunaecharta</i>	17
26		29	<i>Callyspongia diffusa</i>	18
			<i>Jaspis stellifera</i>	23
			<i>Petrosia ficiformis</i>	19
			<i>Pseudaxinella lunaecharta</i>	17



29	<i>Cliona celata</i>	22
	<i>Terpios zeteki</i>	25
	<i>Jaspis stellifera</i>	24
	<i>Gelliodes fibulata</i>	20
	<i>Gelliodes gracilis</i>	20
	<i>Cerachalina reticulata</i>	20
	<i>Petrosia</i> sp	20
	<i>Agelas mauritiana</i>	20
	<i>Hymeniacidon perlevis</i>	20
	<i>Asteropus sarasinorum</i>	27

29	<i>Petrosia ficiformis</i>	19
	<i>Pseudaxinella lunaecharta</i>	17
	<i>Asteropus sarasinorum</i>	27
	<i>Hymeniacidon perlevis</i>	22

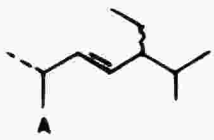
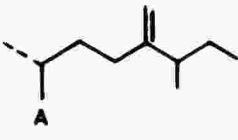
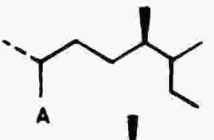
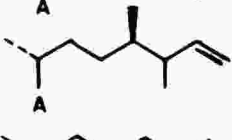
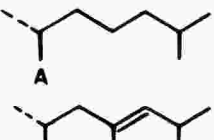
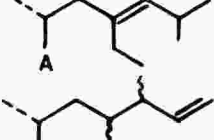
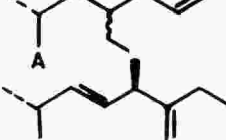
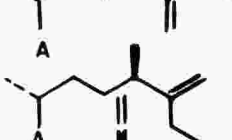
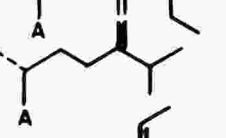
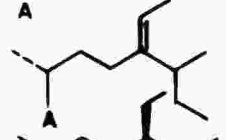
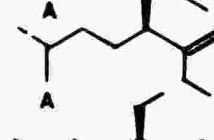
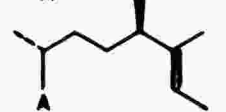
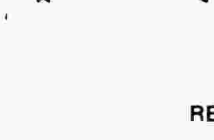
29	<i>Damiriana hawaiiiana</i>	15
	<i>Synops</i> sp	16
	<i>Pachymatisma johnstoni</i>	16
	<i>Xestospongia muta</i>	21
	<i>Psammaphysilla purpurea</i>	23
	<i>Biemna fortis</i>	28

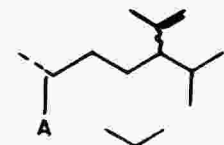
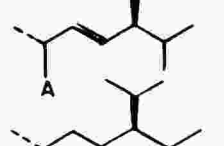
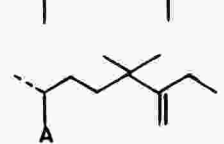
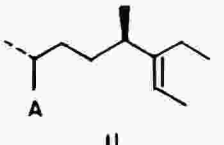
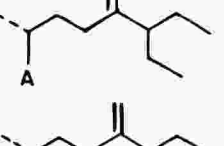
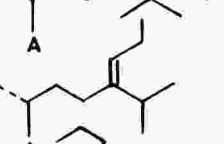
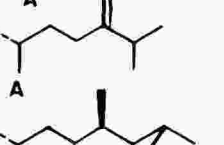
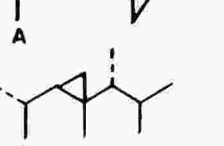
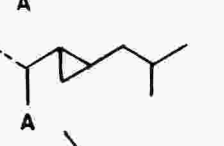
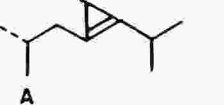
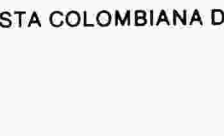
29	<i>Pseudaxinella lunaecharta</i>	17
----	----------------------------------	----

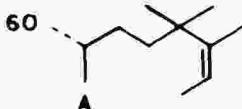
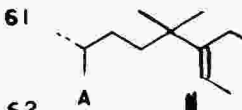
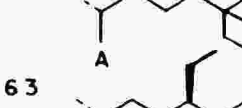
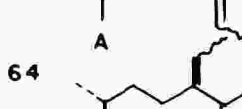

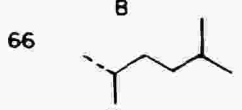
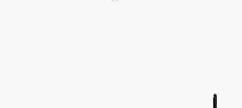
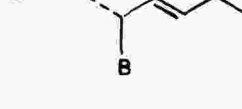
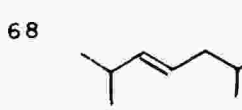
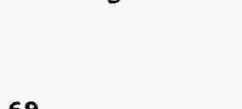
29	<i>Cliona celata</i>	22
	<i>Damiriana hawaiiiana</i>	15
	<i>Gelliodes fibulata</i>	20
	<i>Gelliodes gracilis</i>	20
	<i>Cerachalina reticulata</i>	20
	<i>Petrosia</i> sp	20
	<i>Agelas mauritiana</i>	20
	<i>Hymeniacidon perlevis</i>	20

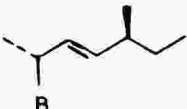
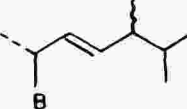
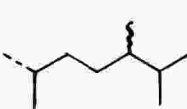
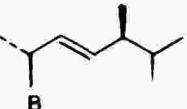
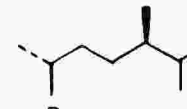
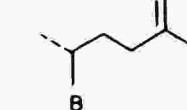
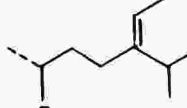
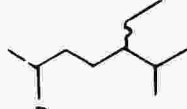
29	<i>Gelliodes gracilis</i>	20
----	---------------------------	----

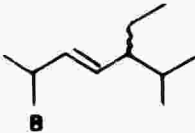
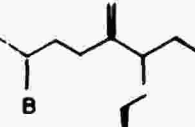
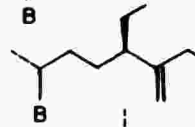
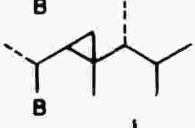
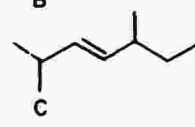
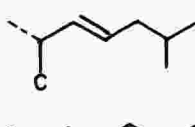
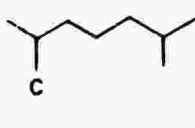
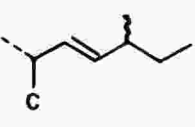
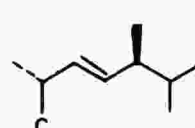
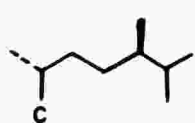
29	<i>Calyx nicaensis</i>	30
----	------------------------	----

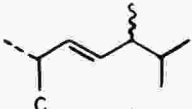
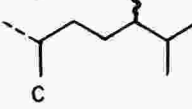
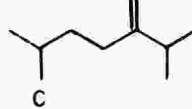
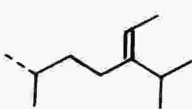
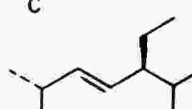
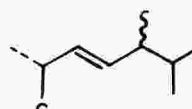
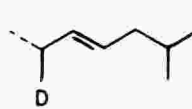
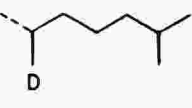
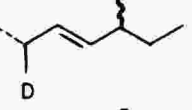
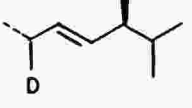
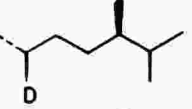
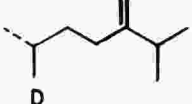
34		29	<i>Terpios zeteki</i>	25
			<i>Petrosia ficiformis</i>	19
			<i>Pseudaxinella lunae-</i> <i>charta</i>	17
35		29	<i>Verongia aerophoba</i>	33
			<i>Psammaplysilla pur-</i> <i>purea</i>	23
			<i>Jaspis stellifera</i>	31
36		29	<i>Verongia cauliformis</i>	34
			<i>Psammaplysilla pur-</i> <i>purea</i>	23
37		29	<i>Petrosia ficiformis</i>	19
38		29	<i>Verongia aerophoba</i>	33
39		29	<i>Calyx nicaensis</i>	29
40		29	<i>Petrosia ficiformis</i>	35
41		29	<i>Pseudaxinella lunae-</i> <i>charta</i>	17
42		29	<i>Verongia cauliformis</i>	34
43		29	<i>Callyspongia diffusa</i>	36
44		30	<i>Jaspis stellifera</i>	31
45		30	<i>Strongylphora duri-</i> <i>ssima</i>	37
46		30	<i>Jaspis stellifera</i>	31

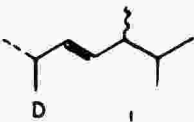
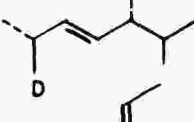
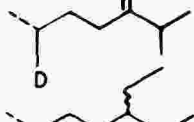
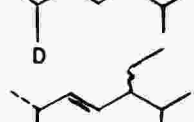
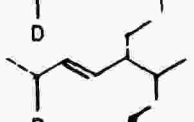
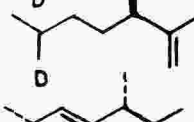
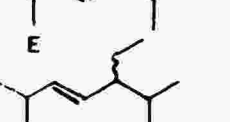
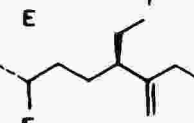
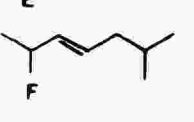
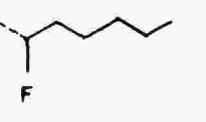
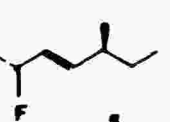
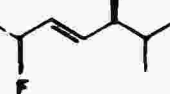
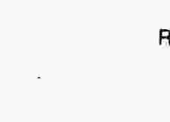
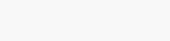
47		30	<i>Xestospongia muta</i>	21
			<i>Verongia cauliformis</i>	32
48		30	<i>Pseudaxinyssa</i> sp	38
49		30	<i>Pseudaxinyssa</i> sp	38
50		30	<i>Strongylophora durissima</i>	39
51		30	<i>Verongia cauliformis</i>	34
			<i>Xestospongia muta</i>	21
52		30	<i>Xestospongia</i> sp	40
53		30	<i>Xestospongia muta</i>	21
54		30	<i>Petrosia ficiformis</i>	19
55		30	<i>Xestospongia</i> sp	40
56		29	<i>Petrosia ficiformis</i>	19,41
			<i>Halichondria</i> sp	41
57		30	<i>Biemna fortis</i>	28
58		28	<i>Siphonoborgia</i> sp	43
			<i>Dysidea</i> sp	43
			<i>Xestospongia</i> sp	40
59		29	<i>Calyx nicaensis</i>	44

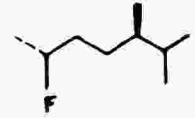
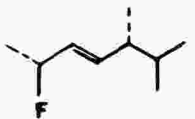
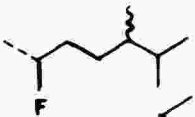
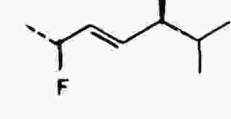
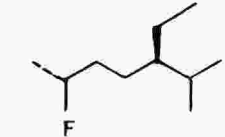
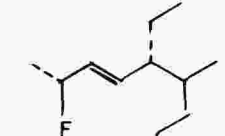
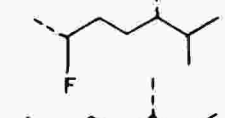
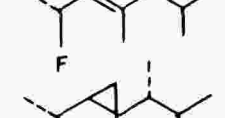
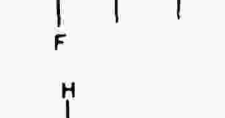

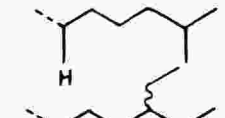

60		31	<i>Xestospongia</i> sp	45
61		31	<i>Strongylophora durissima</i>	45
62		31	<i>Xestospongia</i> sp	46
63		31	<i>Strongylophora durissima</i>	39
64		31	<i>Strongylophora durissima</i>	39
65		22	<i>Petrosia ficiformis</i>	19
66		26	<i>Synops</i> sp	16
			<i>Pachymatisma johnstoni</i>	16
			<i>Terpios zeteki</i>	25
			<i>Dysidea herbacea</i>	25
67		26	<i>Gelliodes fibulata</i>	20
			<i>Hymeniacion perlevis</i>	22
			<i>Synops</i> sp	16
68		27	<i>Stylotella agminata</i>	27
			<i>Gelliodes fibulata</i>	20
			<i>Terpios zeteki</i>	25
			<i>Hymeniacion perlevis</i>	22
69		27	<i>Dysidea herbacea</i>	25
			<i>Psammaphysilla purpurea</i>	23
			<i>Gelliodes fibulata</i>	20
			<i>Gelliodes gracilis</i>	20
			<i>Petrosia</i> sp	20
			<i>Agelas mauritiana</i>	20
			<i>Terpios zeteki</i>	25
			<i>Hymeniacion perlevis</i>	22

70		27	Terpios zeteki	25
71		28	Terpios zeteki Synops sp Petrosia ficiformis	25 16 19
72		28	Terpios zeteki Synops sp Pachymatisma johnstoni Petrosia ficiformis Xestospongia muta Xestospongia exigua	25 16 16 19 21 21
73		28	Jaspis stellifera Stylotella agminata Axinella sp Hymeniacion perlevis	31 27 27 22
74		28	Jaspis stellifera Gelliodes fibulata Gelliodes gracilis Agelas mauritiana	31 20 20 27
75		28	Gelliodes fibulata Gelliodes gracilis Hymeniacion perlevis Terpios zeteki Synops sp Pachymatisma johnstoni Hymeniacion perlevis	20 20 20 25 16 16 22
76		29	Petrosia ficiformis Jaspis stellifera Synops sp	19 31 16
77		29	Terpios zeteki Jaspis stellifera Synops sp Petrosia ficiformis	25 31 16 19

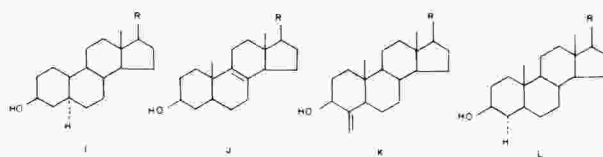
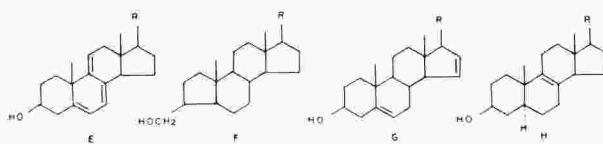
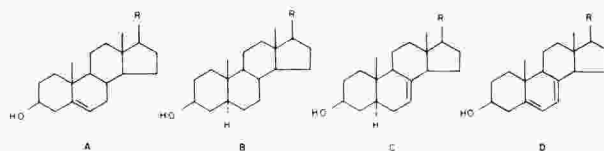
78		29	<i>Petrosia ficiformis</i>	19
79		30	<i>Xestospongia</i> sp	40
80		30	<i>Strongylophora durissima</i>	39
81		30	<i>Stylotella agminata</i>	27
82		26	<i>Gelliodes fibulata</i>	20
			<i>Halichondria panicea</i>	47
			<i>Pachymatisma johnstoni</i>	16
83		27	<i>Gelliodes fibulata</i>	20
			<i>Dysidea herbacea</i>	25
84		27	<i>Agelas mauritiana</i>	27
			<i>Gelliodes fibulata</i>	20
			<i>Gelliodes gracillis</i>	20
			<i>Axinella cannabina</i>	26
85		27	<i>Dysidea herbacea</i>	25
86		28	<i>Axinella cannabina</i>	26
			<i>Gelliodes fibulata</i>	20
			<i>Petrosia</i> sp	20
			<i>Hymeniacion perlevis</i>	20
			<i>Pachymatisma johnstoni</i>	16
			<i>Agelas mauritiana</i>	27
87		28	<i>Axinella cannabina</i>	26
			<i>Gelliodes fibulata</i>	20

88		28	<i>Petrosia ficiformis</i>	19
89		28	<i>Pachymatisma johnstoni</i>	16
90		28	<i>Gelliodes fibulata</i>	20
			<i>Hymeniacionon perlevis</i>	20
			<i>Dysidea herbacea</i>	25
			<i>Pachymatisma johnstoni</i>	16
91		29	<i>Dysidea herbacea</i>	25
92		29	<i>Gelliodes fibulata</i>	20
			<i>Synops sp</i>	16
			<i>Pachymatisma johnstoni</i>	16
			<i>Axinella cannabina</i>	26
93		29	<i>Axinella cannabina</i>	26
94		27	<i>Dysidea herbacea</i>	25
			<i>Axinella cannabina</i>	26
			<i>Biemna fortis</i>	28
95		27	<i>Psammaphysilla purpurea</i>	23
			<i>Axinella cannabina</i>	26
96		27	<i>Dysidea herbacea</i>	25
97		28	<i>Axinella cannabina</i>	26
			<i>Hymeniacionon perlevis</i>	20
			<i>Gelliodes gracilis</i>	20
98		28	<i>Axinella cannabina</i>	26
99		28	<i>Dysidea herbacea</i>	25

100		28	<i>Dysidea herbacea</i>	25
101		28	<i>Biemna fortis</i>	28
102		29	<i>Dysidea herbacea</i>	25
103		29	<i>Axinella cannabina</i>	26
104		29	<i>Axinella cannabina</i>	26
105		29	<i>Biemna fortis</i>	28
106		30	<i>Strongylophora duri- ssima</i>	39
107		28	<i>Biemna fortis</i>	28
108		29	<i>Biemna fortis</i>	28
109		30	<i>Strongylophora duri- ssima</i>	39
110		27	<i>Stylotella agminata</i> <i>Teichaxinella mor- chella</i>	27 48
111		27	<i>Stylotella agminata</i> <i>Teichaxinella mor- chella</i> <i>Axinella verrucosa</i>	27 48 27
112		27	<i>Teichaxinella mor- chella</i>	48
113		28	<i>Axinella verrucosa</i> <i>Teichaxinella mor- chella</i>	27 48

114		28	Axinella sp Axinella verrucosa	27 27
115		28	Teichaxinella morchella	48
116		28	Teichaxinella morchella	48
117		29	Axinella verrucosa Stylotella agminata Teichaxinella morchella Axinella sp	27 27 48 27
118		29	Stylotella agminata Teichaxinella morchella Axinella sp Axinella verrucosa	27 48 27 27
119		29	Teichaxinella morchella	48
120		29	Teichaxinella morchella	48
121		29	Teichaxinella morchella	48
122		30	Stylotella agminata	27
123		19	Damiriana hawaiiiana	15
124		27	Axinella cannabina	26
125		29	Axinella cannabina	26

126		26	<i>Axinella polypoides</i>	49
127		26	<i>Axinella polypoides</i>	49
128		27	<i>Axinella polypoides</i>	49
129		28	<i>Axinella polypoides</i>	49
130		28	<i>Axinella polypoides</i>	49
131		28	<i>Axinella cannabina</i>	26
132		30	<i>Theonella swinhoei</i>	50
133		31	<i>Stylotella agminata</i>	27



AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a COLCIENCIAS (financiación 10000-1-137-82) al proyecto multinacional de química OEA y al CINDEC de la Universidad Nacional de Colombia, entidades que con su ayuda financiera hicieron posible la realización de este trabajo.

BIBLIOGRAFIA

1. R.M.K. Carlson, C. Tarchini and C. Djerassi en **Frontiers of Bioorganic Chemistry and Molecular Biology** (S.N. Ananchenko, ed.), Pergamon, Oxford, pp 211-224 (1980).
2. M. Henze, Hoppe-Seyler's Z. Physiol. Chem. 41, 109, 1904.
3. M. Henze, Hoppe-Seyler's Z. Physiol. Chem. 55, 427, 1908.
4. C. Dorée, Biochem. J. 4, 72, 1909.
5. W. Bergmann, J. Mar. Res. 8, 137, 1949.
6. W. Bergmann, *Sterols: Their structure and distribution*, en **Comparative Biochemistry**, ed. by M. Florkin and S. Mason, Vol. 3. New York. Academic Press, 1962.
7. C.J.W. Brooks, *Steroids: Sterols and Bile Acids* en **Rodd's Chemistry of carbon compounds**, ed. by S. Coffey, Vol. IID. Elsevier Publishing Company 1970.
8. W.C.M.C. Kokke, datos sin publicar.
9. P.J. Scheuer, **Chemistry of Marine Natural Products**, Academic Press, New York, 1973.
10. L. Minale, G. Cimino, S. de Estefano and G. Sodano, Fortschritte der Chemie Organischer Naturstoffe 33, 2, 1976.
11. F.J. Schmitz en *Marine Natural Products* (P.J. Scheuer ed.), Academic Press, New York Vol. I. Chapt. 5, 1978.
12. C. Djerassi, N. Theobald, W.C.M. Kokke, C.S. Pak and R.M.K. Carlson, *Pure and Appl. Chem.* 51, 1815, 1979.
13. C. Djerassi, *Pure and Appl. Chem.* 53, 873, 1981.
14. L.J. Goad, *Pure and Appl. Chem.* 51, 837, 1981.
15. C. Døseth, R.M.K. Carlson, C. Djerassi, T.R. Erdman and P.J. Scheuer, *Helv. Chim. Acta* 61, 1470, 1978.
16. J.A. Ballantine, A. Lavis and R.J. Morris, *Comp. Biochem. and Physiol.* 63B, 119, 1979.
17. U. Sjostrand, J.M. Kornprobst and C. Djerassi, *Steroids* 38, 347, 1981.
18. T.R. Erdman and P.J. Scheuer, *Lloydia* 38, 259, 1975.
19. M.W. Khalil, C. Djerassi and D. Sica, *Steroids* 35, 707, 1980.
20. A. Kanazawa, S.I. Teshima and S.I. Hyodo, *Comp. Biochem. and Physiol.* 62B, 521, 1979.
21. L.N.LI, U. Sjostrand and C. Djerassi, *J. Am. Chem. Soc.* 103, 115, 1981.
22. T.R. Erdman and R.H. Thomson, *Tetrahedron* 28, 5163, 1972.
23. E. Ayanoglu, C. Djerassi, T.R. Erdman and P.J. Scheuer, *Steroids* 31, 815, 1972.

24. N. Theobald, R.J. Wells and C. Djerassi, *J. Am. Chem. Soc.* **100**, 7677, 1978.
25. C. Delseth, L. Tolela, P.J. Scheuer, R.J. Wells and C. Djerassi, *Helv. Chim. Acta* **62**, 101, 1979.
26. F. Cafleri, E. Fattorusso, A. Frigerio, C. Santacroce and D. Sica, *Gazz. Chim. Ital.* **195**, 595, 1975.
27. L. Bohlin, H.P. Gehrken, P.J. Scheuer and C. Djerassi, *Steroids* **35**, 295, 1980.
28. C. Delseth, Y. Kashman and C. Djerassi, *Helv. Chim. Acta* **62**, 2037, 1979.
29. L. Minale and G. Sodano, en *Marine Natural Products Chemistry* ed. by J. Faulkner and W.H. Fenical, New York 1977.
30. L. Minale, R. Riccio, O. Scalona, G. Sodano, E. Fattorusso, S. Magno, L. Mayol and C. Santacroce, *Experientia* **33**, 1550, 1976.
31. N. Theobald, R.J. Wells and C. Djerassi, *J. Am. Chem. Soc.* **100**, 7677, 1978.
32. W.C.M.C. Kokke, C.S. Pak, W. Fenical and C. Djerassi, *Helv. Chim. Acta* **62**, 1310, 1979.
33. P. de Luca, M. de Rosa, L. Minale and G. Sodano, *J. Chem. Soc. Perkin Trans. I*, 2132, 1972.
34. W.C.M. Kokke, W. H. Fenical, C.S. Pak and C. Djerassi, *Tetrahedron Lett.* **45**, 4373, 1978.
35. M.W. Khalil, L.J. Durham, C. Djerassi and D. Sica, *J. Am. Chem. Soc.* **102**, 2133, 1980.
36. N. Theobald, J.N. Shoolery, C. Djerassi, T.R. Erdman and P.J. Scheuer, *J. Am. Chem. Soc.* **100**, 5574, 1978.
37. M. Bortolotto, J.C. Braekman, D. Dalozé and B. Tursch, *Bull. Soc. Chim. Belg.* **87**, 539, 1978.
38. W. Hofheinz and G. Oesterhit, *Helv. Chim. Acta* **62**, 1307, 1979.
39. L.N.Li and C. Djerassi, *Tetrahedron Lett.* **22**, 4639, 1981.
40. W.C.M.C. Kokke, C. Tarchini, D.B. Stierle and C. Djerassi, *J. Org. Chem.* **44**, 3385, 1979.
41. B.N. Ravi, W.C.M.C. Kokke, C. Delseth and C. Djerassi, *Tetrahedron Lett.* **45**, 4379 (1978).
42. D. Sica and F. Zollo, *Tetrahedron Lett.* **837**, 1978.
43. P.A. Blanc and C. Djerassi, *J. Am. Chem. Soc.* **102**, 7113, 1980.
44. E. Fattorusso, S. Magno, L. Mayol, C. Santacroce, D. Sica, *Tetrahedron* **31**, 1715, 1975.
45. L.N.Li and C. Djerassi, *J. Am. Chem. Soc.* **103**, 3606, 1981.
46. L.N.Li, U. Sjostrand and C. Djerassi, *J. Org. Chem.* **46**, 3867, 1981.
47. P.M. Boll, *Acta Chem. Scand.* **28B**, 270, 1974.
48. L. Bohlin, U. Sjostrand C. Djerassi and B.W. Sullivan, *J. Chem. Soc. Perkin Trans. I*, **4**, 1023, 1981.
49. L. Minale and G. Sodano, *J. Chem. Soc. Perkin Trans. I*, 1888, 1974.
50. E. Kho, D.K. Imagawa, M. Rohmer, Y. Kashman and C. Djerassi, *J. Org. Chem.* **46**, 1836, 1981.