

A
V
I
C
E
N
N
I
A

Revista de Ecología, Oceanología y Biodiversidad Tropical

Avicennia

Revista de Biodiversidad Tropical

COMITÉ EDITORIAL

Universidad de Oviedo

Dr. Jesús Ortea

Dr. Germán Flor

Instituto de Oceanología

Dr. Roberto Pérez

Dr. José Espinosa

Instituto de Ecología y Sistemática

Dr. Pedro Pérez

Avicennia se puede obtener por intercambio con otras publicaciones de contenido similar o por suscripción.

Precio de la suscripción anual:

27 € (España)

35 € (otros países)

Precio de cada suplemento:

27€ (España)

35 € (otros países)

Gastos de envío incluidos.

La correspondencia debe ser enviada a:

Dr. Jesús Ortea

Dep. de Biología de Organismos y Sistemas

Laboratorio de Zoología

Universidad de Oviedo

33075 Oviedo. Asturias. España.

COMITE DE REVISION

Instituto de Ecología y Sistemática

Dr. Luis F. de Armas Chaviano

Dr. Hiram González.

Instituto de Oceanología

Dr. Pedro M. Alcolado Menéndez

Dr. Rodolfo Claro Madruga

Dr. Arsenio José Areces Mallea

Dr. José Espinosa Sáez.

Museo Nacional de Historia Natural

Dr. Giraldo Alayón

Dr. Jorge Luis Fontenla Rizo

Centro de Investigaciones Marinas U. H.

Dra. Ana María Suárez

Dr. Gaspar González Sansón

Dr. Manuel Ortiz Touzet

A
V
I
C
E
N
N
I
A

Volumen 16, 2003

*Publicación realizada dentro del Convenio de Colaboración entre la
Universidad de Oviedo y el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Me-
dio Ambiente de Cuba*

Copyright © The Editors.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electric or mechanical, including photocopying, recording or by any information storage retrieval system, without permission in writing from the publisher.

Resúmenes de los artículos editados en AVICENNIA se publican en Aquatic Science and Fisheries Abstracts (ASFA) y en Zoological Records, BIOSIS.

**Premio *Marqués de Valdecilla* 2003
a la Cooperación Medioambiental con Iberoamérica**

Dep. Leg. AS - 199/94
ISSN 1134 - 1785

Secretaría de edición
avicennia@terra.es
Manuel Caballer

Diseño y Maquetación:
Jesús Ortea y Manuel Caballer
Impreso en Loredo S. L. — Gijón

ÍNDICE

Avicennia, 16, Diciembre de 2003

El Mar: fuente de nuevos fármacos ANOLAND GARATEIX Y ABEL ANEIROS.....	1
Compuestos de origen marino como instrumentos para el estudio del sistema nervioso ANOLAND GARATEIX, TEIDY GARCIA, EMILIO SALCEDA Y ENRIQUE SOTO.....	6
<i>Bunodosoma granulifera</i> : fuente de péptidos con acción sobre canales iónicos ANOLAND GARATEIX, EMILIO SALCEDA, ABEL ANEIROS Y ENRIQUE SOTO.....	13
Compuestos de origen marino con actividad antiinflamatoria MIRTHA LLANIO Y MIGUEL D. FERNANDEZ.....	22
Búsqueda de actividades antiinflamatoria, analgésica y antioxidante en algunas algas de las costas cubanas MIRTHA LLANIO, MIGUEL D. FERNANDEZ, OLGA VALDÉS-IGLESIAS, CARLA DELPORTE, NADINE BACKHOUSE, IGNACIO HERNANDEZ, BETTY CABRERA, CECILIA DIAZ Y YOANIA CABRANES.....	26
Propiedades anti-inflamatoria-analgésica y antioxidante de una planta marina MIGUEL D. FERNANDEZ, MIRTHA LLANIO, FÉLIX ARTEAGA, FEDERICO DAJAS, CAROLINA ECHEVERRY, MARGOT FERREIRA, IGNACIO HERNANDEZ, BETTY CABRERA, MARIA RODRIGUEZ Y ABEL ANEIROS.....	31
Macroalgas de la plataforma insular cubana como fuente de extractos bioactivos OLGA VALDÉS-IGLESIAS, NEREIDA DIAZ, YOANIA CABRANES, MARTHA E. ACEVEDO, ARSENIO J. ARECES, LOURDES GRAÑA, CECILIA DIAZ.....	36
Selección de una bacteria marina productora de tensioactivos e identificación de su naturaleza química EUDALYS ORTIZ, MARIO VILLAVERDE, ROBERTO NUÑEZ, VIVIAN ALMAZAN, YOANIA CABRANES, TAMARA GARCIA Y ROBERTO RODRIGUEZ ROQUE.....	46
El género <i>Mellita</i> (Echinodermata: Echinoidea, Clypeasteroidea) de las costas de México FRANCISCO ALONSO SOLÍS-MARIN, ALFREDO LAGUARDA-FIGUERAS, ALICIA DE LA LUZ DURAN-GONZALEZ Y BLANCA ÉSTELA BUTTRON SANCHEZ.....	55
Una especie nueva de anfípodo anquilino del género <i>Socarnopsis</i> (Amphipoda, Lysianassidae) del sistema cavernario de Playa Girón, Cuba MANUEL ORTIZ, ALFREDO GARCIA-DEBRAS Y ROGELIO LALANA.....	71
Nuevos copépodos e isópodos (Crustacea), parásitos de peces del Archipiélago Cubano, con la descripción de una nueva especie de copépodo MANUEL ORTIZ, ROGELIO LALANA Y EGGY SUAREZ.....	78
Nuevos registros de polillas (Lepidoptera) para Cuba RAYNER NUÑEZ ÁGUILA.....	83
La superfamilia Limacoidea (Mollusca: Pulmonata) en Cuba DAVID MACEIRA F. Y TERESA RODRIGUEZ L.....	91
A new species of terrestrial isopod (Oniscidea: Delatorreidae) from Cuba AUGUSTO JUARRERO DE VARONA Y LUIS F. DE ARMAS.....	97
Una nueva especie de <i>Eubranchus</i> Forbes, 1838 (Mollusca: Nudibranchia) de las Islas Galápagos JESUS ORTEA, MANUEL CABALLER Y JUAN JOSE BACALLADO.....	103
Nuevos caracteres anatómicos de <i>Doto cabecar</i> Ortea, 2001 (Mollusca: Nudibranchia) JESUS ORTEA Y MANUEL CABALLER.....	107
Adiciones al Catálogo de Moluscos del Mar Caribe de Costa Rica: desde Cahuita hasta Gandoca JOSÉ ESPINOSA I Y JESUS ORTEA.....	113
Descripción de dos nuevas especies del género <i>Prunum</i> Hermannsen, 1852 (Mollusca: Gastropoda: Marginellidae) del Caribe y el Pacífico de Costa Rica JULIO MAGAÑA, JOSÉ ESPINOSA Y JESUS ORTEA.....	121
Nuevos Aeolidaceos (Mollusca: Gastropoda) de Costa Rica JESUS ORTEA, MANUEL CABALLER Y JOSÉ ESPINOSA.....	129
Nuevas especies de moluscos marinos (Mollusca: Gastropoda) del Parque Nacional Guanahacabibes, Pinar del Río, Cuba JOSÉ ESPINOSA I Y JESUS ORTEA.....	143
<u>Notas breves:</u>	
Cuatro nuevos registros de homópteros (Homoptera: Auchencha) for Cuba MARTA M. HIDALGO-GATO Y R. RODRIGUEZ-LEON.....	157
Correcciones al Catálogo de Moluscos del Mar Caribe de Costa Rica: desde Cahuita hasta Gandoca JOSÉ ESPINOSA, JESUS ORTEA Y FRANK GONZALEZ.....	159

EL MAR: FUENTE DE NUEVOS FÁRMACOS

THE SEA SOURCE OF NEW DRUGS

Anoland Garateix y Abel Aneiros

Departamento de Bioactivos y Productos Naturales Marinos, Instituto de Oceanología, CITMA, Loma y 37. Alturas del Vedado. La Habana, Cuba

Resumen:

El ecosistema marino constituye una fuente poco explotada y de enormes perspectivas para el desarrollo de nuevos fármacos. La biodiversidad de las especies marinas junto a la variabilidad química encontrada en cada especie, constituye un recurso prácticamente ilimitado que puede ser utilizado con el propósito de desarrollar y diseñar nuevos fármacos de aplicación en la terapéutica médica.

Abstract:

Marine ecosystem represents an unexploited and very promising source for the development of new medicines. The biodiversity of marine species and its chemical diversity constitutes a practically unlimited resource that could be used with the purpose to develop and design new drugs in the medical therapy.

Palabras claves: bioactivos marinos, biodiversidad química.

Key words: marine bioactives, chemical biodiversity.

INTRODUCCIÓN

Los organismos marinos se encuentran sometidos al enorme desafío que significa la lucha por imponerse y sobrevivir en un medio de grandes enfrentamientos y condiciones adversas. Como plantea DARIAS (1998), la necesidad de estos organismos de desarrollarse y sobrevivir en un medio muy competitivo por los recursos y los nutrientes ha propiciado el desarrollo de mecanismos bioquímicos y fisiológicos que les permita producir compuestos bioactivos para múltiples propósitos, tales como protegerse a sí mismos de enfermedades virales, hongos patógenos y depredadores o para otras funciones como la comunicación y la reproducción. La biodiversidad de las especies marinas junto a la diversidad química encontrada en cada especie, constituye un recurso prácticamente ilimitado que puede ser empleado para el desarrollo de nuevos compuestos de interés para investigaciones biomédicas, industria medico-farmacéutica, de los cosméticos etc.

Uno de los mecanismos más sofisticados y específicos que han desarrollado los organismos marinos para dar respuesta a sus necesidades vitales lo constituyen las toxinas. Debido a que estos compuestos existen en la naturaleza para propósitos específicos (ofensivos, defensivos, delimitación de territorios) no es sorprendente que exhiban propiedades biológicas de interés.

En la búsqueda de tales propiedades las encuestas a grupos étnicos y los escritos históricos o etnológicos pueden ofrecer datos de gran valor acerca de las potencialidades de los diversos organismos marinos; no obstante, este proceder excluye aquellas especies de posible interés inaccesibles a los grupos nativos.

Otra forma de enfrentar esta problemática es usando la biotoxidad como un indicador de actividad biológica que, como tal, aporta evidencias útiles sobre algunas propiedades farmacológicas. Las biotoxinas proporcionan una gran variedad de compuestos con estructuras moleculares novedosas o poco conocidas, susceptibles de ser sintetizadas o manipuladas para la obtención de productos útiles. El uso de las biotoxinas capaces de ejercer efectos específicos ofrece múltiples posibilidades como instrumentos moleculares en diferentes investigaciones fisiológicas así como en la búsqueda de nuevas sustancias potencialmente utilizables como fármacos.

Nos encontramos ante un campo de grandes perspectivas: los océanos cubren tres cuartas partes del planeta y en ellos viven la gran mayoría de especies animales y vegetales. Además, la potencialidad del mar como fuente de nuevos compuestos aún está por explorar (CARTÉ, 1996). Las condiciones a las que están sometidos los organismos marinos unido al hecho de que han seguido una trayectoria evolutiva diferente a los terrestres provoca que sintetizen moléculas que no tienen equivalencia con las anteriores.

La composición química de cada especie depende de las características externas e internas a las que está sometido el organismo en cuestión. Factores ambientales tales como la temperatura del agua, salinidad, turbidez, profundidad, oxigenación, penetración de la luz, nutrientes, etc., influyen en la síntesis de estas moléculas y por ende propician que la distribución de los organismos varíe en dependencia del medio geográfico del que proceden. También factores como el estadio de desarrollo, etapa reproductiva y presencia de simbioses, pueden tener una influencia en el contenido químico de las especies marinas.

Mientras que la obtención de estructuras químicas novedosas derivadas de microorganismos y plantas de origen terrestre está declinando, el descubrimiento de compuestos químicos con estructuras únicas provenientes de organismos marinos experimenta un sustancial aumento en los últimos años.

La necesidad de medicamentos nuevos, más específicos y potentes, es imperiosa: existen aún muchas enfermedades para las cuales no se conoce un tratamiento satisfactorio, se observa el desarrollo de cepas resistentes a determinados ambientes, algunos medicamentos aunque capaces poseen una toxicidad elevada lo que hace delicado su uso.

Análisis por grupos de organismos: De acuerdo a los datos tomados de la base de datos PHARMAPROJECTS (2000), se realizó un análisis de la distribución de los proyectos por grupos de organismos y los resultados se presentan en la figura 1. Tal y como se observa en dicha figura, las esponjas aparecen como un grupo ampliamente investigado en la actualidad para la obtención de fármacos, estando incluidas en un número significativo de proyectos. Los moluscos, las bacterias marinas, las algas y los celenterados también clasifican como grupos importantes en este sector, mientras que las cianobacterias, los equinodermos y los hongos aparecen como parte de un número menor de proyectos.

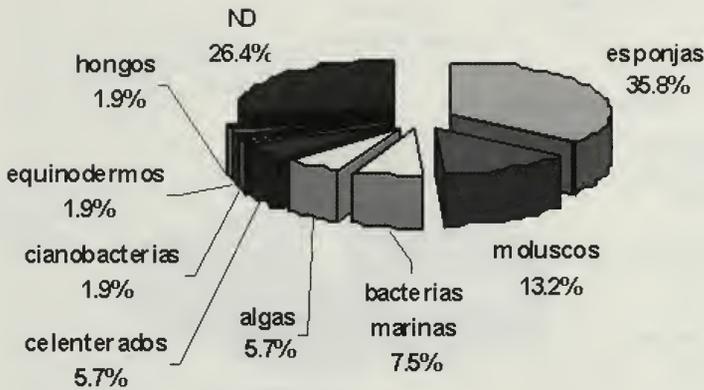


Figura 1: Distribución de los proyectos por tipos de organismos marinos. ND: no disponibles
Figure 1: Projects distribution by kind of marine organism. ND: no available.

Análisis por categoría terapéutica de los fármacos: Teniendo en cuenta los datos incluidos en la propia revisión citada anteriormente, fue posible además realizar la distribución de los fármacos de acuerdo con los grupos terapéuticos en que ellos pueden ser clasificados y los resultados de este análisis se presentan en la figura 2.

Los compuestos bioactivos de origen marino pueden emplearse en el tratamiento de diversas enfermedades, sin embargo, las investigaciones se proyectan con mayor fuerza hacia los fármacos anticancerígenos. Los productos antiinfecciosos, los cardiovasculares y los neurológicos también constituyen grupos terapéuticos importantes en estas investigaciones. El resto de las categorías terapéuticas identificadas están presentadas en la figura 2.

Análisis por países e instituciones: Otro de los aspectos de gran importancia en el análisis de los proyectos de investigación-desarrollo de los productos farmacéuticos de origen marino es el resultado de los países e instituciones a los cuales corresponden los mismos (Fig. 3).

En general, los proyectos analizados pertenecen a once países, siendo en su amplia mayoría países altamente desarrollados. Se destacan de manera significativa Estados Unidos y Japón como los líderes en las investigaciones en este campo, con alrededor de un 52% de los proyectos vigentes. En 10 casos no fue posible determinar el país de procedencia. En la figura que sigue se muestra la distribución de los proyectos por países.

Se identificaron un total de 30 instituciones con proyectos de investigación-desarrollo relacionados con compuestos de origen marino las cuales se relacionan en la tabla 1 conjuntamente con la cantidad de proyectos que presentan. Se observa que no existen liderazgos

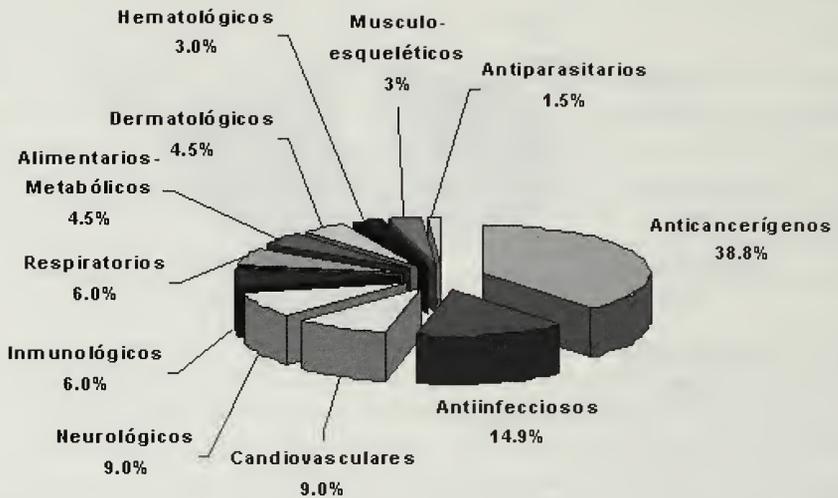


Figura 2: Distribución de los fármacos por grupos terapéuticos
Figure 2: Drug distribution by therapeutic groups

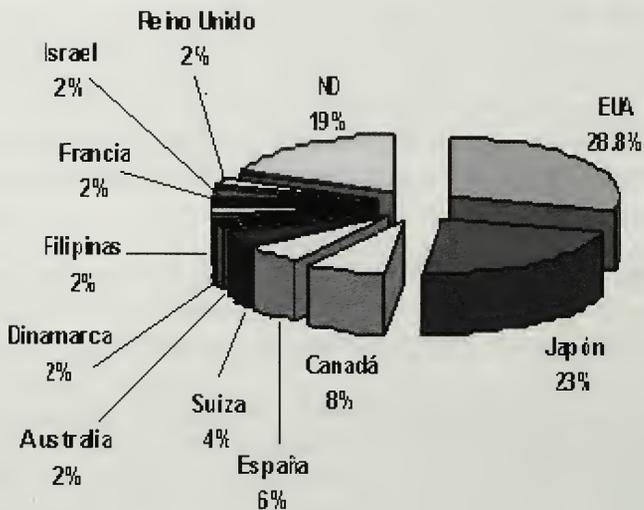


Figura 3: Distribución de los proyectos por países. ND: no disponibles
Figure 3: Projects distribution by countries. ND: no available

INSTITUCIÓN (PAÍS)	CANTIDAD DE PROYECTOS
<i>Phytera</i> (EUA)	4
<i>Bristol-Myers Squibb</i> (EUA)	3
<i>Kirin Brewery</i> (Japón)	3
<i>PharmaMar</i> (España)	3
<i>Cognetix</i> (EUA)	2
<i>Inflazyme</i> (Canadá)	2
<i>Novartis</i> (Suiza)	2
<i>Accucaps</i> (Canadá)	1
<i>Alpha-Beta Technology</i> (EUA)	1
<i>AMRAD Corporation</i> (Australia)	1
<i>Aphios</i> (EUA)	1
<i>Aventis</i> (Francia)	1
<i>Eisai</i> (Japón)	1
<i>Eli Lilly</i> (EUA)	1
<i>Fujisawa</i> (Japón)	1
<i>GeneSeas Asia</i> (Filipinas)	1
<i>Kuraray</i> (Japón)	1
<i>Millennium</i> (EUA)	1
<i>Mitsubishi-Tokyo</i> (Japón)	1
<i>National Institute of Health</i> (EUA)	1
<i>NeuroSearch</i> (Dinamarca)	1
<i>Nisshin Oil Mills</i> (Japón)	1
<i>Ocean</i> (Canadá)	1
<i>Ramot</i> (Israel)	1
<i>Research Corporation Technologie</i> (EUA)	1
<i>SanKyo</i> (Japón)	1
<i>Sawai</i> (Japón)	1
<i>Scotia Pharmaceuticals</i> (Reino Unido)	1
<i>Shionogi</i> (Japón)	1
<i>Taisho</i> (Japón)	1

Tabla 1: Distribución de los proyectos por instituciones
Table 1: *Institutional projects distribution*

muy marcados en este campo, sin embargo se pueden destacar a las compañías *Phytera* (EUA) con 4 proyectos, así como a *Bristol-Myers Squibb* (EUA), *Kirin Brewery* (Japón) y *PharmaMar* (España) con 3 respectivamente.

Los países líderes en estas investigaciones, aunque de elevado desarrollo tecnológico, no son generalmente los que mayor biodiversidad marina presentan. Otros países como Cuba, situados en climas tropicales, poseen fuentes naturales más ricas por lo que las estrategias de búsqueda de nuevos fármacos marinos deben desarrollarse en base a alianzas internacionales aprovechando las fortalezas de sus respectivos países con el propósito de potenciar estas investigaciones de alta repercusión humana, científica y comercial.

BIBLIOGRAFIA

- CARTÉ B. 1996. Biomedical Potential of Marine Natural Products. *Bioscience*, vol. 6, No. 4.
 CONSULTORIA BIOMUNDI. 2001. *Estado actual de las investigaciones y el desarrollo de fármacos de origen marino (Actualización)*.
 DARIAS J. 1998. *La biodiversidad de las Algas Marinas como fuente de interés farmacológico*. Gobierno de Canarias. Revista 9.

Compuestos de origen marino como instrumentos para el estudio del sistema nervioso

Compounds from marine sources as tools to study the nervous system

Anoland Garateix¹, Teidy Garcia¹, Emilio Salceda² y Enrique Soto²

¹Departamento de Bioactivos y Productos Naturales Marinos, Instituto de Oceanología, CITMA. Loma y 37. Alturas del Vedado. La Habana, Cuba

²Instituto de Fisiología, Universidad Autónoma de Puebla, México

Resumen

Las toxinas marinas han proporcionado una variedad de compuestos capaces de ejercer acciones específicas y potentes a nivel de canales iónicos activados por voltaje o por neurotransmisores. Puesto que los canales iónicos participan en los mecanismos básicos de funcionamiento del sistema nervioso y que alteraciones funcionales y estructurales asociadas a éstos pueden correlacionarse con diferentes patologías neurológicas, neuromusculares y cardiovasculares, las toxinas pueden jugar un papel muy importante tanto como reactivos biológicos para la investigación biomédica, como para el diseño de nuevos fármacos a emplear en la terapéutica médica.

Abstract

Marine toxins represent a significant source of compounds capable to act potently and specifically at the level of voltage gated and neurotransmitter gated ionic channels. Ionic channels participate in basic mechanisms that underlie the function of the nervous system, and functional as well as structural changes associated with these proteins could be related with different neurological, neuromuscular and cardiovascular pathologies. Therefore, toxins could play an important role as biological reagents for biomedical research and as a source for the design of new drugs to be used in medical therapy.

Palabras clave: toxinas marinas, canales iónicos, canalopatías.

Key words: marine toxins, ionic channels, channelopathies

INTRODUCCIÓN

La búsqueda de nuevos medicamentos y de estructuras moleculares novedosas con fines terapéuticos se ha incrementado considerablemente en los últimos años. La existencia de enfermedades para las cuales no existen medicamentos efectivos, la resistencia de los agentes patógenos y los avances en las técnicas de biología molecular han propiciado la identificación de un número cada vez mayor de moléculas "blanco". La correlación de anomalías estructurales y funcionales a nivel de receptores y canales iónicos con diferentes patologías, es uno de los factores que han promovido el interés en encontrar nuevas sustancias capaces de ejercer acciones terapéuticas específicas y potentes.

CANALOPATIAS

A partir de la serie de trabajos de Hodgkin y Huxley, en el año 1952, acerca de los mecanismos que subyacen a la generación del potencial de acción, el estudio de los canales iónicos se ha desarrollado desde su descripción funcional y biofísica, al estudio de su estructura molecular y, finalmente, al análisis de su participación en diversos procesos patológicos. En todos estos campos las toxinas han sido utilizadas como instrumentos de investigación. Por ejemplo, el descubrimiento de la acción altamente selectiva de la tetrodotoxina (TTX) por el grupo de Narahashi, en los años sesenta (MOORE & NARAHASHI, 1967), y la determinación y síntesis de la estructura de la molécula de la TTX y de sus derivados (que le valieron el premio Nobel de Química en 1965 a Robert Burns Woodward), sentó las bases para el estudio de los canales de sodio. De hecho, la unión de la TTX al canal de sodio es tan firme y de tan alta selectividad que permitió, por un lado, el desarrollo de métodos de purificación de estas moléculas mediante el uso de columnas de afinidad con TTX y, por otro, el desarrollo de experimentos en que la corriente de sodio puede ser eliminada selectivamente. Otras toxinas como las conotoxinas, la dendrotoxina, la caribdotoxina, la apamina, han contribuido también a definir las propiedades biofísicas y el papel funcional de diversos subtipos de canales iónicos en diferentes tejidos.

El desarrollo de la biología y de la genética molecular han permitido la identificación de las secuencias de aminoácidos de las subunidades que conforman los canales iónicos, la definición de los genes que codifican para estas proteínas, así como la identificación de las mutaciones que producen alteraciones significativas en su funcionamiento. En este sentido, la existencia de modelos animales mutantes con alteraciones en la cinética de los canales ha jugado un papel predominante. Por ejemplo, el descubrimiento de un mutante de moscas con temblores espontáneos ("Shaker") permitió la identificación de los genes que codifican para algunas subunidades de los canales de potasio, iniciándose así el estudio sistemático de las alteraciones genéticas que conllevan cambios funcionales en los canales iónicos. Estos estudios han dado origen al término canalopatías, que abarca un amplio rango de padecimientos con alteraciones hereditarias en el funcionamiento o expresión genética de canales iónicos.

Entre las canalopatías están diversos padecimientos de interés en varios campos de la medicina como la neurología, la nefrología, la miología y la cardiología. Ejemplos de alteraciones neurológicas son las convulsiones neonatales benignas debidas a mutaciones en los canales de potasio (ROGWASKY, 2000; THARP, 2002), la ataxia episódica producida por una mutación en los canales de potasio análogos a los "Shaker" del tipo KCNA1 o en los canales de calcio neuronales tipo P/Q, la migraña hemipléjica debida comúnmente a alteraciones en la expresión de la subunidad α de los canales de calcio neuronales de los subtipos P/Q (PIETROBON, 2002), la sordera congénita tipo DFNA2 debida también a alteraciones en la expresión de las subunidades (KCNQ4 y KCNQ1) que componen los canales de potasio. En nefrología, encontramos la nefrolitiasis recesiva ligada al cromosoma X debida a alteraciones en los canales de cloro (CLC-5). En miología, las parálisis periódicas hipokalémica e hiperkalémica debidas ya sea a alteraciones en canales de calcio tipo L (5 mutaciones identificadas), en el receptor de ryanodina (19 mutaciones identificadas), o en los canales de potasio o de sodio (RUGGIERI & ARBERAS, 2002); destaca asi-

mismo la miotonía congénita para la cual se han identificado 44 tipos de mutaciones en los canales de cloro tipo CLCN-1 o en los canales de sodio del músculo, la paramiotonía que se acompaña de alteraciones en los canales de sodio sensibles a TTX (SCN4A) del músculo esquelético, la hipertermia maligna debida a mutaciones en el receptor de ryanodina o en los canales de calcio sensibles a las dihidropiridinas (tipo L) que participan en el proceso de acoplamiento excitación-contracción (LEHAMN-HORN, JURKAT-ROTT & RUDDEL, 2002). En cardiología destaca el síndrome Q-T largo que se asocia frecuentemente a alteraciones auditivas (síndromes de Jervell y Lange-Nielsen) y que puede producir muerte súbita. Estos síndromes pueden producirse a consecuencia de mutaciones en varios subtipos de canales de potasio (MinK, KCNQ1 y HERG) o en canales de sodio (SCN5A), todos los cuales participan en la repolarización cardiaca (ROGWASKY, 2000; MARVAN, 2002); para una revisión ver (LEHAMN-HORN & JURKAT-ROTT, 1999). Es importante tener en consideración que, en las canalopatías, puede haber convergencia fenotípica, esto es, que un mismo padecimiento puede producirse por mutaciones en diferentes canales iónicos, o divergencia fenotípica lo que implica que mutaciones en un mismo subtipo de canal iónico pueden originar diversos padecimientos, como sucede en el caso de los canales de calcio neuronales en que mutaciones de un mismo gene se asocian con la migraña episódica familiar, ataxia progresiva o epilepsia (KULLMANN, 2002).

Los anteriores son tan sólo algunos ejemplos de patologías médicas cuya base fisiopatológica se encuentra en alteraciones en la expresión genética de subunidades de canales iónicos sensibles a voltaje. Cabe destacar que existen diversos modelos animales de estos padecimientos, y que las toxinas constituyen una buena herramienta que puede permitir reproducir los cambios en la cinética de canales iónicos que se presentan en algunas de estas mutaciones y, consecuentemente, estudiar los cambios funcionales secundarios contribuyendo así al conocimiento de la fisiopatología de estos padecimientos.

A lo anterior debe añadirse que investigaciones de los mecanismos biofísicos y moleculares acerca del aprendizaje y del almacenamiento de memoria han identificado un número de elementos claves que están filogenéticamente conservados tanto en vertebrados como en invertebrados, como son los canales de potasio, las proteínas cinasas, la regulación del calcio intracelular, las características de los receptores tipo N metil D aspártico (NMDA) y los receptores a acetilcolina, etcétera. La pérdida de memoria es el marcador y quizás el signo inicial de la enfermedad de Alzheimer, y de hecho algunos de los elementos arriba mencionados se han encontrado alterados en pacientes con esta patología (ETCHEBERRIGARAY, GIBSON & ALKON, 1994, NEWHOUSE, 1997)

En el infarto cerebral, en algunas enfermedades neurodegenerativas y en la demencia asociada al SIDA se ha observado que se produce una estimulación excesiva del complejo receptor-canal tipo NMDA, lo que produce un aumento en los niveles de calcio intracelular y la consiguiente producción de radicales libres seguida de daño neuronal. Con el desarrollo de antagonistas al receptor tipo NMDA se abre una posibilidad para la intervención terapéutica en estos casos (LIPTON, 1996).

Se plantea que el alcoholismo y la esquizofrenia pueden considerarse parte de los desórdenes neurológicos asociados a la neurotransmisión glutamatérgica anómala, especialmente a través de receptores NMDA (TSAI, 1995, TAMMINGA, 1998). Estos receptores están implicados en diferentes tipos de plasticidad neural y conductual (TRUJILLO, 1995).

Por otra parte, los canales de sodio dependientes de voltaje son los blancos moleculares de los anestésicos locales, de las drogas antiarrítmicas clase I y de muchos anticonvulsivantes (RAGSDALE, MCPHEE, SCHEUER & CATTERALL, 1996; TAYLOR & NARASIMHAN, 1997).

NUEVOS COMPUESTOS DE ORIGEN MARINO

Los productos naturales poseen una gran diversidad estructural. La especificidad de sus efectos permite que sean empleados como reactivos biológicos para investigaciones biomédicas, como agentes terapéuticos o como modelos o arquetipos estructurales para la generación de familias de fármacos con mayor potencia o especificidad. Como un ejemplo clásico pudiéramos citar la morfina que, después de aislada y caracterizada, generó toda una familia de analgésicos con actividad sobre los receptores opiáceos a nivel central y que condujo, en última instancia, al descubrimiento de las morfina endógenas o endorfinas. A su vez, este compuesto de origen natural sirvió para la caracterización de los receptores opiáceos al emplearse como reactivos biológicos en investigaciones farmacológicas, y al conocimiento más profundo de los mecanismo del dolor y la analgesia.

El ambiente marino, en particular, ha propiciado que los organismos que lo habitan estén dotados de mecanismos complejos que les permiten sobrevivir en ese medio. Las toxinas forman parte de estos mecanismos. La diversidad de las biotoxinas y su alta especificidad resultan de un complejo proceso de evolución molecular y de interacciones funcionales que se han dado en la naturaleza a lo largo de millones de años.

El estudio de las toxinas de origen marino se inició en los años sesenta, con el hallazgo de dos compuestos: tetrodotoxina (extraída de los peces globo y la saxitoxina (extraída de dinoflagelados), los cuales, por la especificidad de sus efectos así como por la potencia de sus acciones, han permitido profundizar en la caracterización estructural y funcional de los canales de sodio. (CATTERALL, 2000).

En una revisión acerca de los proyectos que contemplan la utilización de derivados de organismos marinos con fines terapéuticos (base de datos PHARMAPROJECT, 2000), se encontró que un elevado porcentaje de los proyectos en curso abordan el estudio de fármacos con acciones sobre el sistema nervioso este porcentaje sólo es superado por las investigaciones sobre compuestos anticancerígenos y antiinfecciosos. Los productos neurológicos en desarrollo son en su mayoría de tipo analgésico, sin embargo también están en proyecto medicamentos para uso en el tratamiento de epilepsias, depresión y como estimulantes de la memoria, tal y como se representa en la figura 1.



Figura 1.
Categorías neurológicas estudiadas
Figure 1.
Neurological cathegories in study

A partir del veneno de diversas especies de conos se han aislado péptidos que hacen "blanco" en varios receptores neuromusculares de la presa. Estos componentes han sido denominados "conotoxinas" y están agrupados en 3 clases: alfa-conotoxinas, que tienen como sitio blanco los receptores colinérgicos; mu-conotoxinas, que tienen como blanco los canales de sodio del músculo esquelético, y omega-conotoxinas, que se unen a los canales de calcio neuronales (OLIVERA, RIVIER, CLARK, RAMILO, CORPUZ, ABOGADIE, MENA, WOODWARD, HILLYARD & CRUZ, 1990). Otras conotoxinas han sido aisladas posteriormente y se combinan con éstos u otros receptores. Una característica importante de estos compuestos es su capacidad de combinarse con un subtipo específico de receptor. En particular, se ha encontrado que las omega-conotoxinas son bloqueadores potentes y específicos de los canales de calcio tipo N. Este tipo de canales participan en muchos desórdenes neurológicos potencialmente tratables con inhibidores de la transmisión sináptica. Por síntesis, a partir de las conotoxinas se obtuvo un péptido denominado SNX-111 (Patente No. 5364842) que en la actualidad se encuentra en la fase de ensayos clínicos. Este compuesto sería potencialmente útil en la isquemia cerebral y como analgésico a usarse en el dolor crónico intenso en pacientes con cáncer y SIDA y está próximo de lanzarse al mercado. Otros compuestos obtenidos de esta fuente se encuentran en etapa de ensayos preclínicos por sus efectos como antiepilépticos, neuroprotectores y cardioestimulantes (Base de datos PHARMAPROJECT, 2000).

El phylum de los Cnidarios comprende un amplio grupo de animales integrado por medusas, anémonas, hidroides y corales. Las anémonas han sido fuente de compuestos capaces de ejercer acciones fisiológicas muy específicas sobre los canales iónicos y han contribuido a la caracterización de los mecanismos moleculares de funcionamiento de los canales de sodio en tejido muscular y nervioso (CATTERALL, 2000; EL-SHERIF, FOZZARD & HANCK, 1992; RATHMAYER, 1979). Recientemente se encontró una nueva clase de toxinas bloqueadoras de canales de potasio a partir de diferentes especies de anémonas tales como *Bunodosoma granulifera* (ANEIROS, GARCIA, MARTINEZ, HARVEY, YERSON, MARSHALL, ENGSTRÖM, HELLMAN & KARLSSON, 1993; GARATEIX, VEGA, SALCEDA, CEBADA, ANEIROS & SOTO, 2000), *Stichodactyla helianthus* (CASTAÑEDA, SOTOLONGO, AMOR, STOCKLIN, YERSON, HARVEY, ENGSTROM, WERNSTEDT & KARLSSON, 1995), *Anemonia sulcata* (SCHWEITZ, BRUHN, GUILLEMARE, MOINIER, LANCELIN, BÉRESS, & LAZDUNSKI, 1995) y *Heteractis magnifica* (GENDEH, YUNG, DE MEDEIROS, JEYASEELAN, HARVEY, & CHUNG, 1997). Estas toxinas no presentan homología con otras toxinas de canales de potasio. Se ha demostrado que algunas de estas toxinas de anémonas bloquean los canales tipo Kv expresados en oocitos de *Xenopus* o células de mamíferos (ALESSYRI-HABER, LECOQ, GASPARI, GRANGIER-MACMATH, JACQUET, HARVEY, DE MEDEIROS, ROWAN, GOLA, MÉNEZ, & CREST, 1999; KALMAN, PENNINGTON, LANIGAN, NGUYEN, RAUER, MAHNIR, PASCHETTO, KEM, GRISSMER, GUTMAN, CHRISTIAN, CAHALAN, NORTON, & CHYY, 1998; PENNINGTON, MAHNIR, KRAFTE, ZAYDENBERG, BYRNES, KHAYTIN, CROWLEY & KEM, 1996) y algunos canales de potasio dependientes de calcio K(Ca). Los canales K(Ca) y los Kv1.3 se expresan en los linfocitos T humanos, por lo que la inhibición de estos canales puede ser de utilidad terapéutica para suprimir la proliferación de los linfocitos. Además, los canales de K(Ca) están ampliamente distribuidos en el sistema nervioso, cardiovascular y gastroin-

testinal, por lo que los estudios dirigidos a analizar las interacciones de las toxinas de anémonas con estos canales pueden proporcionar información importante, desde el punto de vista terapéutico, acerca de la modulación selectiva de estas corrientes iónicas (KEM, PENNINGTON & NORTON 1999).

Además de la posible aplicación terapéutica de estos nuevos compuestos, ellos pueden constituir modelos para el estudio de diversas patologías, como es el caso de las toxinas de anémonas con acción sobre canales de sodio que se unen al sitio 3 de este canal. Estas sustancias, obtenidas de diferentes especies de escorpiones y anémonas, interfieren con el proceso de inactivación de la corriente de sodio sin modificar su cinética de activación. Sus efectos son análogos a los que se presentan en algunas canalopatías como la miotonía, la parálisis periódica en el músculo esquelético y el síndrome de QT largo en el corazón (BENZINGER, TONKOVICH & HANCK, 1999).

A partir de diversos géneros de cianobacterias (los microorganismos conocidos como algas verdeazules), se han aislado compuestos como la anatoxina-a y la antoxina-a(s), que tienen efectos neurotóxicos (CARMICHAEL, 1994). La anatoxina-a, es un alcaloide que mimetiza la acción de la acetilcolina; se combina con los receptores de las células musculares induciendo la contracción, pero no puede ser degradada por la acetilcolinesterasa; consecuentemente, continúa actuando sobre las células musculares hasta que éstas quedan exhaustas y dejan de operar. Su capacidad de mimetizar la acción de la acetilcolina le confiere un gran interés como herramienta farmacológica. Se encuentra en estudio la posibilidad de obtener una versión modificada de este compuesto, con la toxicidad reducida, que pueda retardar la degeneración mental observada en la enfermedad de Alzheimer. En muchos pacientes este deterioro proviene, en parte, de la destrucción de las neuronas que producen acetilcolina. La acetilcolina no puede ser administrada a los pacientes con Alzheimer, puesto que desaparece muy rápidamente, por lo que la utilización de la anatoxina-a podría ser de utilidad en la terapia de esta patología y de otras asociadas a un déficit colinérgico, como la *miastenia gravis*.

Los ejemplos aquí mencionados indican la importante contribución que pueden ofrecer los compuestos de origen marino al estudio de los procesos biológicos y fisiopatológicos y, eventualmente, también al tratamiento médico de diversos padecimientos.

BIBLIOGRAFIA

- ANEIROS, A., GARCIA, I., MARTINEZ, J.R., HARVEY, A.L., YERSON, A.J., MARSHALL, D.L., ENGSTRÖM, Å., HELLMAN, U. & KARLSSON, E. 1993. A potassium channel toxin from the secretion of the sea anemone *Bunodosoma granulifera*. *Biochimica et Biophysica Acta*, 1157: 86-92.
- ALESSANDRI-HABER, N., LECOQ, A., GASPARINI, S., GRANGIER-MACMATH, G., JACQUET, G., HARVEY, A.L., DE MEDEIROS, C., ROWAN, E.G., GOLA, M., MENEZ, A. & CREST, M. 1999. Mapping the functional anatomy of BgK on Kv1.1, Kv1.2 y Kv1.3. Clues to design analogs with enhanced selectivity. *Journal of Biological Chemistry* 274: 35653-35661.
- Base de datos PHARMAPROJECT 2001.
- BENZINGER, R., TONKOVICH, G. S. & HANCK, D. A. 1999. Augmentation of recovery from inactivation by site-3 Na channel toxins. A single channel and whole cell study of persistent currents. *Journal of General Physiology*. 113: 333-346.
- CARMICHAEL, W. W. 1994. The toxins of Cyanobacteria. *Scientific American*, January: 64-72.
- CASTAÑEDA, O., SOTOLONGO, V., AMOR, A. M., STOCKLIN, R., YERSON, A., HARVEY, A., ENGSTROM, W. & KARLSSON, E. 1995. Characterization of a potassium channel toxin from the Caribbean sea anemone *Stychoactyla helianthus*. *Toxicon*, 33: 603-613.

- CATTERALL, W. A. 2000. From ionic currents to molecular mechanisms: the structure and function of voltage-gated sodium channels. *Neuron*, 26: 13-25.
- CHANDY, G. 1998. ShK-Dap²² a potent Kv1.3 specific immunosuppressive polypeptide. *Journal of Biological Chemistry*, 273: 32697-32707.
- EL-SHERIF, N., FOZZARD, H. A. & HANCK, D. A. 1992. Dose-dependent modulation of the cardiac sodium channel by sea anemone toxin ATX II. *Circulation Research*, 70: 285-301.
- ETCHEBERRIGARAY, E., GIBSON, G.E. & ALKON, D. L. 1994. Molecular mechanisms of memory and the pathophysiology of Alzheimer's disease. *Annals New York Academy of Sciences*, 747: 245-55.
- GARATEIX, A., VEGA, R., SALCEDA, E., CEBADA, J., ANEIRO, A. & SOTO, E. 2000. BgK anemone toxin inhibits outward K currents in snail neurons. *Brain Research*, 864: 312-314.
- GENDEH, G. S., YOUNG, L. C., DE MEDEIROS C. L. C., JEYASEELAN, K., HARVEY, A. L. & CHUNG, M.C.M. 1997. A new potassium channel toxin from the sea anemone *Heteractis magnifica*: Isolation, cDNA cloning and functional expression. *Biochemistry*, 36: 11461-11471.
- KALMAN, K., PENNINGTON, M. W., LANIGAN, M. D., NGUYEN, A., RAUER, H., MAHNIR, V., PASCHETTO, K., KEM, W., GRISMER, S., GUTMAN, G. A., CHRISTIAN, E. P., CAHALAN, M. D., NORTON, R. S. & CHYU, G. 1998. ShK-Dap²², a potent Kv1.3-specific immunosuppressive polypeptide. *Journal of Biological Chemistry*, 273: 32697-32707.
- KULLMANN, D.M. 2002. The neuronal channelopathies. *Brain*, 125: 1177-1195.
- KEM, W.R., PENNINGTON M.W. & NORTON R. S. 1999. Sea anemone toxins as templates for the design of immunosuppressant drugs. *Perspectives in Drug Discovery and Design*, 15/16: 111-129.
- LEHMANN-HORN, F. & JURKAT-ROTT, K. 1999. Voltage-gated ion channels y hereditary disease. *Physiological Reviews*, 79: 1317-1372.
- LEHMANN-HORN, F., JURKAT-ROTT, K. & RUDEL, R. 2002. Periodic paralysis: underlying channelopathies. *Current Neurology and Neuroscience Reports*, 2: 61-69.
- LIPTON S. A. 1996. Similarity of neuronal cell injury and death in AIDS dementia y focal cerebral ischemia: potential treatment with NMDA open-channel blockers y nitric oxide-related species. *Brain Pathology*, 6: 507-517.
- MARBAN, E. 2002. Cardiac channelopathies. *Nature*, 415: 213-218.
- MOORE, J. W., NARAHASHI, T. 1967. Tetrodotoxin's highly selective blockage of an ionic channel. *Federation Proceedings*, 26: 1655-1663.
- NEWHOUSE P. A. 1997. Nicotinic system involvement in Alzheimer's y Parkinson's diseases. Implications for therapeutics. *Drugs and Aging*, 11: 206-228.
- OLIVERA, B. M., RIVIER, J., CLARK, C., RAMILO, C. A., CORPUZ, G. P., ABOGADIE, F. C., MENA, E. E., WOODWARD, S. R., HILLYARD, D. R. & CRUZ, L. J. 1990. Diversity of Conus neuropeptides. *Science* 249: 257-263.
- Patente 5364862- Neurex Corporation. Method of producing analgesia- (Por administración de los omega-copéptidos SNX-185 y SNX-111).
- PENNINGTON, M.W., MAHNIR, V. M., KRAFTE, D. S., ZAYDENBERG, I., BYRNES, M. E., KHAYTIN, I., CROWLEY, K. & KEM, W. 1996. Identification of three separate binding sites on SHK toxin, a potent inhibitor of voltage dependent potassium channels in human T-lymphocytes and rat brain. *Biochemical & Biophysical Research Communications*, 219: 696-701.
- PIETROBON, D. 2002. Calcium channels and channelopathies of the central nervous system. *Molecular Neurobiology*, 25: 31-50.
- RAGSDALE, D. S., MCPHEE, J. C., SCHEUER, T. & CATTERALL, W. A. 1996. Common molecular determinants of local anesthetic, antiarrhythmic and anticonvulsant block of voltage-gated Na channels. *Proceeding of the National Academy of Sciences USA*, 93: 9270-9275.
- RATHMAYER, W. 1979. Sea anemone toxins: tools in the study of excitable membranes. *Advances in Cytopharmacology*, 3: 335-44.
- ROGWASKY, M. A. 2000. KCNQ2/KCNQ3 K+ channels and the molecular pathogenesis of epilepsy: implications for therapy. *Trends in Neuroscience*, 23: 393-398.
- RUGGIERI, V. L. Y ARBERAS, C. L. 2002. Neuromuscular hereditary channelopathies. *Revista de Neurología*, 34: 150-156.
- SCHWEITZ, H., BRUHN, T., GUILLEMARE, E., MOINIER, D., LANCELIN, J-M, BERESS, L. & LAZDUNSKI, M. 1995. Kalicludines and kaliseptine. *Journal of Biological Chemistry*, 270: 25121-25126.
- TAMMINGA, C. A. 1998. Schizophrenia and glutamatergic transmission. *Critical Reviews in Neurobiology*, 12: 21-36.
- TAYLOR, C. P. & NARASHIMHAN, L. S. 1997. Sodium channels and therapy of central nervous system diseases. *Advances in Pharmacology*, 39: 47-98.
- THARP, B. R. 2002. Neonatal seizures and syndromes. *Epilepsia*, 43 (Suppl. 3): 2-10.
- TSAI, G. 1995. The glutamatergic basis of human alcoholism. *American Journal of Psychiatry*, 152: 332-340.
- TRUJILLO, K. A. 1995. Excitatory amino acids and drugs of abuse: a role for N-methyl D-aspartic receptors in drug tolerance sensitization y physical dependence. *Drug y Alcohol Dependence*, 38: 139-154.

***Bunodosoma granulifera*: fuente de péptidos con acción sobre canales iónicos**

Bunodosoma granulifera: source of peptides with action on ionic channels

Anoland Garateix¹, Emilio Salceda², Abel Aneiros¹ y Enrique Soto²

¹*Departamento de Bioactivos y Productos Naturales Marinos, Instituto de Oceanología, CITMA, Loma y 37. Alturas del Vedado. La Habana, Cuba*

²*Instituto de Fisiología, Universidad Autónoma de Puebla, México*

Resumen

Se estudiaron los efectos de dos toxinas obtenidas de la anémona *Bunodosoma granulifera*, BgII y BgK sobre corrientes iónicas empleando la técnica de fijación de voltaje en la configuración de célula completa. En el presente estudio (n = 112) se emplearon neuronas obtenidas por cultivo primario (medio L-15, 37 °C, 95% aire, 5% CO₂) a partir de los ganglios de las raíces dorsales de ratas Wistar (P5-9). BgII produce un enlentecimiento dependiente de la concentración en el proceso de inactivación de la corriente de Na⁺ sensible a TTX (IC₅₀ = 3.63 μM), sin efecto significativo sobre el proceso de activación ni sobre el pico de corriente y, como consecuencia, incrementa marcadamente la duración de los potenciales de acción. Este efecto resulta similar al reportado tanto para otras toxinas de anémonas como para las toxinas alfa de escorpión que se unen al sitio 3 del canal de Na⁺ de mamíferos. BgK bloquea las corrientes de potasio tipo I_A e I_{KDR} presentes en estas neuronas. Nuestros resultados sugieren que estos péptidos muy probablemente participan en la estrategia de supervivencia de estos organismos para alimentarse y defenderse en su habitat.

Abstract

We have characterized the effects of BgII and BgK, two sea anemone peptides obtained from the sea anemone *Bunodosoma granulifera* on neuronal currents using whole-cell patch clamp technique. Neurons from dorsal root ganglia of Wistar rats (P5-9) in primary culture (L-15 medium, 37 °C, 95% air, 5% CO₂) were used for this study (n = 112). BgII produced a concentration-dependent slowing down in the TTX-S sodium current inactivation (IC₅₀ = 3.63 μM), with no significant effects neither on activation time course nor on current peak amplitude. This effect is similar to other sea anemone toxins and alpha-scorpion toxins, probably binding to receptor site 3 of the mammalian sodium channel. BgK blocks the K⁺ currents type I_A and I_{KDR}. Our results suggest that these peptides take part of the survival strategy for feeding and defense of these animals in their environment.

Palabras clave: *Bunodosoma granulifera*, BgII, BgK, toxinas de anémonas, canales iónicos.

Key words: *Bunodosoma granulifera*, BgII, BgK, sea anemone toxins, ionic channels.

INTRODUCCION

El arrecife coralino es un ecosistema en el que las interacciones entre sus habitantes pueden resultar extraordinariamente complejas. Los animales de vida sésil, como las anémonas, han desarrollado a lo largo de la evolución mecanismos de defensa muy sutiles, entre los que destaca la producción de compuestos bioactivos para hacer frente a un medio

muy competitivo por los recursos y los nutrientes. La presencia de nematocistos, característica exclusiva de los celenterados a la que se asocia en parte su toxicidad, les permite a estos organismos garantizar su supervivencia en el medio y enfrentar sus necesidades vitales. A partir de tejidos ricos en nematocistos, secreciones, así como del resto del cuerpo, se han obtenido diferentes toxinas peptídicas (BERESS, BERESS, & WUNDERER, 1975; BRUHN, SCHALLER, SCHULZE, SANCHEZ.RODRIGUEZ, DANNMEIER, RAVENS, HEUBACH, ECKHARDT, SCHMIDTMAYER, SCHMIDT, ANEIROS, WACHTER & BERESS, 2001). Entre éstas se encuentran fosfolipasas, citolisinas y una variedad de toxinas capaces de unirse a proteínas de membrana que conforman los canales iónicos en membranas excitables. A partir de diversas especies de anémonas han sido aislados dos tipos fundamentales de toxinas con acción sobre canales iónicos: las que actúan sobre los canales de sodio y las que tienen como blanco los canales de potasio.

Las toxinas con acción sobre canales de Na^+ son polipéptidos con 3 puentes disulfuro y tienen pesos moleculares de alrededor de 5 Kda. Debido a la especificidad y potencia de sus acciones en tejido muscular y nervioso constituyen instrumentos valiosos en la caracterización estructural y funcional de estos canales (CATTERALL, 2000, EL-SHERIF, FOZZARD & HANCK, 1992; RATHMAYER, 1976). Estas toxinas son cardio y neurotóxicas, producen un enlentecimiento en el proceso de inactivación de la corriente de Na^+ y prolongan los potenciales de acción.

En relación con los canales de potasio, recientemente se encontró una nueva clase de toxinas bloqueadoras de estos canales a partir de diferentes especies de anémonas como *Bunodosoma granulifera* (ANEIROS, GARCIA, MARTINEZ, HARVEY, YERSON, MARSHALL, ENGSTRÖM, HELLMAN, & KARLSSON, 1993), *Stichodactyla helianthus* (CASTAÑEDA, SOTOLONGO, AMOR, STOCKLIN, YERSON, HARVEY, ENGSTROM, WERNSTEDT & KARLSSON, 1995), *Anemonia sulcata* (SCHWEITZ, BRUHN, GUILLEMARE, MOINIER, LANCELIN, BÉRESS, & LAZDUNSKI, 1995) y *Heteractis magnifica* (GENDEH, YUNG, DE MEDEIROS, JEYASEELAN, HARVEY, & CHUNG, 1997) que no guardan homología, desde el punto de vista estructural, con otras toxinas de canales de potasio. Estas toxinas están constituidas por alrededor de 35-37 aminoácidos y presentan 3 puentes disulfuro (KEM, PENNINGTON & NORTON, 1999). Actúan como bloqueadores de los canales de K^+ uniéndose a un sitio receptor localizado en la cara extracelular del canal e impidiendo el paso de iones.

Bunodosoma granulifera es una especie de anémona abundante en las costas de Cuba que ha sido fuente de algunos bioactivos entre los que se encuentran BgII y BgK.

BgII actúa como neurotoxina (LORET, MENENDEZ SOTO DEL VALLE, MANSUELLE, SAMPIERI & ROCHAT, 1994) y como cardiotoxina (GOUDET, FERRER, GALAN, ARTILES, BATISTA, POSSANI, ALVAREZ, ANEIROS, & TYTGAT, 2001). En canales de sodio cardiacos, combina los efectos sobre el proceso de inactivación de la corriente de sodio, característico de las toxinas de anémonas con efecto sobre canales de Na^+ , con una disminución en la selectividad iónica de estos canales.

BgK, es un péptido de 37 aminoácidos que contiene 3 puentes disulfuro y pertenece a un nuevo tipo de toxinas polipeptídicas bloqueadoras de canales de K^+ . (ANEIROS *et al.*, 1993). En ovocitos de *Xenopus*, BgK bloquea casi con igual potencia (6 a 15 nM) los canales tipo Kv1.1, Kv1.2 y Kv1.3 mientras que los canales Kv3.1 son insensibles incluso a concentraciones de 0.125 μM de toxina (COTTON, CREST, BOUET, ALESSYRI, GOLA, FO-

REST, KARLSSON, CASTAÑEDA, HARVEY, VITA, & MENEZ, 1997). En neuronas de molusco actúa en el rango entre 1 pM y 100 nM y no muestra selectividad sobre las corrientes tipo I_A e I_{KDR} (GARATEIX, VEGA, SALCEDA, CEBADA, ANEIRO & SOTO, 2000).

Este trabajo pretende contribuir al conocimiento de los mecanismos de acción de estas dos toxinas obtenidas de la anémona *Bunodosoma granulifera*, en lo que se refiere a su efecto sobre corrientes iónicas activadas por voltaje en neuronas de mamífero.

MATERIALES Y MÉTODOS

BgII y BgK fueron aisladas y purificadas a partir de la anémona *Bunodosoma granulifera*, como ha sido descrito previamente (ANEIRO *et al.*, 1993; GOUDET *et al.*, 2001).

Las anémonas se colectaron a lo largo de la costa norte de la Provincia Ciudad Habana. Después de ser lavados con agua de mar, los animales fueron procesados para la obtención del mucus (secreción espontánea), o del extracto etanólico total como se describe a continuación. Para la obtención de BgK, el mucus liofilizado fue disuelto en acetato de amonio 0.1 M; posteriormente fue centrifugado y el sobrenadante se sometió a filtración en gel de Sephadex G-50 usando como fase móvil el mismo solvente. Las fracciones cromatográficas se separaron de acuerdo con el perfil obtenido y se liofilizaron. El segundo paso de aislamiento fue por cromatografía de intercambio catiónico en BioGel SP 5 PW (21.5X150 mms) empleando un equipo de HPLC. La columna de cromatografía fue equilibrada con acetato de amonio 0.01 M. Las toxinas fueron obtenidas mediante el empleo de un gradiente de acetato de amonio de 0.01 a 1 M.

Para el caso de BgII, se preparó un extracto crudo con 1 kg de material húmedo homogeneizado en 1 litro de etanol ajustado a pH 5.4 con ácido acético. Después de la centrifugación (30 min, 4 °C, 15,000 g), se separó el sobrenadante y se precipitó con 10 volúmenes de acetona (4 °C, durante la noche). Se recogió el precipitado, se diluyó en agua, se concentró a presión reducida para eliminar la acetona y se liofilizó. Dicho extracto crudo liofilizado fue disuelto en acetato de amonio 0.1 M (pH 6.7) y se sometió a filtración en gel de Sephadex G-50 M (4.56132 cm). La fracción que resultó tóxica en ensayos en cangrejos fue sometida a cromatografía usando el intercambiador catiónico Fractogel EMD SO3 -650 M (1.2 X 32 cm) eluyendo con un gradiente lineal de acetato de amonio (pH 5.4) de 0.01 a 1 M. Las fracciones correspondientes a las toxinas fueron recromatografiadas bajo condiciones análogas y desalinizadas en una columna de Sephadex G-25. La purificación adicional de las toxinas se realizó mediante HPLC de fase inversa. El curso de la purificación de BgII fue seguido con el bioensayo de toxicidad en cangrejos. La toxicidad de las distintas fracciones fue evaluada como actividad paralizante tras la inyección en cangrejos de costa (*Uca thayeri*).

Para ambas toxinas, la determinación de la masa molecular y la estructura primaria se realizó mediante técnicas convencionales de espectrometría de masas, análisis de aminoácidos y secuenciación automatizada.

Para la caracterización farmacológica de los compuestos, los experimentos se realizaron con células en cultivo primario obtenidas de los ganglios de la raíz dorsal de ratas Wistar (5-9 días) de ambos sexos, de acuerdo con el procedimiento descrito por SALCEDA, GARATEIX & SOTO (2001). El registro electrofisiológico se realizó luego de 10 a 24 horas de cultivo. Para ello, los cubreobjetos con las células sembradas se trasladaron a una cámara de perfusión de 500 µl montada en un microscopio invertido con contraste de fase (Nikon Diaphot).

Se empleó un sistema de perfusión por gravedad para mantener la solución extracelular fluyendo constantemente en la cámara. Además, se usó un sistema con dos capilares que se colocaron a unas 40 µm de la célula en estudio; cada capilar se conectó de manera independiente a un microinyector (baby bee, BAS). Con este sistema, la célula en estudio se perfundió de forma constante (10 µl/min) con solución extracelular o con solución extracelular conteniendo toxina.

Las soluciones empleadas en los experimentos electrofisiológicos se detallan en la Tabla 1. El uso de flúor en una de las soluciones intracelulares tuvo el objetivo de bloquear las corrientes de Ca^{2+} y la $K(Ca)$ (KOSTYUK, P.G., KRISHTAL, O.A., & PIDOPLICHCO, V.I., 1975).

El registro de las corrientes iónicas se realizó a temperatura ambiente (22-25°C) empleando la técnica de fijación de voltaje en la configuración de célula completa. (HAMILL, MARTY, NEHER, SAKHMAN & SIGWORTH, 1981). Las pipetas de registro se fabricaron con capilares de borosilicato (TW 120-3, WPI), y se utilizó para ello un estirador de pipetas (P80/Pc, Sutter); una vez llenas, tuvieron resistencias entre 0.9 y 2.5 MΩ.

Para medir las corrientes iónicas se empleó un amplificador Axopatch-1D (Axon Instruments). La generación de los pulsos de comando y el muestreo de los datos fue controlado por el programa Pclamp 8.0 (Axon Instruments) usando un sistema de adquisición de datos de 16 bits (Digidata 1320A, Axon instruments). Las señales se filtraron con un filtro para-bajas a 5 KHz y fueron digitalizadas a 20 KHz. Las corrientes capacitivas y de pérdida fueron sustraídas digitalmente con el método P/2. La capacitancia y la resistencia en serie (80%) se compensaron electrónicamente. Aquellos experimentos en los que el error de voltaje por la resistencia en serie no compensada excedió 5 mV fueron rechazados. Para valores menores a esta cifra no se hicieron correcciones adicionales.

Los registros se analizaron usando los programas Pclamp 8.0 (Axon Instruments) y Origin (Microcal Software, Northampton, MA). Las diferencias estadísticas se determinaron usando la prueba t de Student ($p < 0.01$). El ajuste de las curvas se realizó usando un método no lineal de mínimos cuadrados. Los datos numéricos se presentan como la media \pm ES.

Ion	NaCl	KCl	CaCl ₂	MgCl ₂	HEPES	EGTA
Extra Normal	140	5.4	3.6	1.2	10	
Intra Normal	3	145	0.1		5	
Extra INa	20		1.8	1	5	
Intra INa	10				5	8
Extra IK		5.4	1.8	1.2	10	
Intra IK		140	0.1		5	10
Extra F			1.8	1.2	10	
Intra F		140	0.1		5	10

Ion	TEA	4AP	Colina	CsCl	CsF	KF
Extra Normal						
Intra Normal						
Extra INa	45	10				
Intra INa	10			30	100	
Extra IK			140			
Intra IK			10			
Extra F			140			5.4
Intra F			10			

Tabla 1. Las soluciones normales fueron empleadas en los experimentos de fijación de corriente; las soluciones extra INa e intra INa se usaron en la caracterización de los efectos de BgII sobre corrientes de sodio; las soluciones extra IK e intra IK se emplearon en la caracterización de los efectos de BgK sobre corrientes de potasio totales. Una serie experimental se diseñó para caracterizar los efectos de BgK sobre las corrientes de potasio I_A e I_{KDR} ; en este caso se emplearon las soluciones extra F e intra F. El pH de las soluciones se ajusta a 7.4 con ClK o ClCs según el caso

RESULTADOS

Un total de 112 neuronas (capacitancia media = 52.5 ± 18 pF) fueron registradas el tiempo suficiente para evaluar los efectos de BgII y BgK. En condiciones de fijación de corriente, la aplicación de pulsos despolarizantes de 30 pA provoca la generación de potenciales de acción (PA) con una duración aproximada de 5 a 10 ms y una amplitud de alrededor de 70 mV (Fig. 1). La aplicación de BgII ($10 \mu\text{M}$) produjo un aumento de aproximadamente 250% en la duración de éstos. Una concentración similar de BgK produjo un aumento en la duración de los PA que, en el caso que se muestra resultó del 200 %.

En la figura 2 se ilustran los efectos producidos por la aplicación de BgII y BgK sobre las corrientes iónicas de Na^+ y de K^+ respectivamente. En A, se muestra la acción de BgII sobre una neurona que presenta corrientes de sodio sensibles a tetrodotoxina (TTX). Para la definición del subtipo de corriente de Na^+ se usó el criterio de STRACHAN, LEWIS Y NICHOLSON (1999) según el cual aceptamos que una familia de corrientes es sensible a TTX si la amplitud de la corriente de estado estable es inferior al 10% del valor del pico de corriente. Las corrientes fueron evocadas por un pulso de prueba de -10 mV con una duración de 40 ms, partiendo de un potencial de retención de -90 mV. Se observó que la aplicación de BgII ($10 \mu\text{M}$) produjo un enlentecimiento del 250% en el proceso de inactivación de la corriente de Na^+ a los 2 minutos después de la aplicación de la toxina ($n = 35$). En esta concentración, el lavado de la preparación con solución normal produjo la recuperación de la corriente.

Para el estudio de los efectos de BgK sobre las corrientes de potasio, se empleó un pulso de prueba a +30 mV, con una duración de 400 ms, a partir de un potencial de retención de -90 mV. Una concentración de $1 \mu\text{M}$ de BgK (2B) produjo una disminución de la corriente de K al pico y en el estado estable del 60 % y del 65 %, respectivamente ($n = 4$). En este caso, el lavado de la preparación produjo una reversibilidad parcial de los efectos.

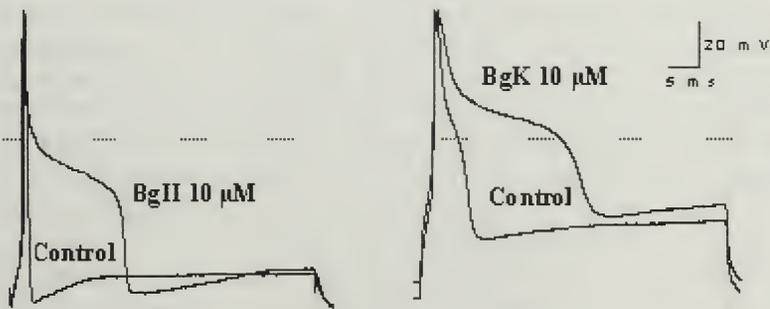


Figura 1. Aumento en la duración de los potenciales de acción por efecto de BgII, y BgK ($10 \mu\text{M}$) en neuronas en cultivo aisladas de ganglios de las raíces dorsales de rata en condiciones de fijación de corriente.

Figure 1. Increase in the duration of action potentials by BgII and BgK effect ($10 \mu\text{M}$) in neurons of dorsal root ganglia of rats in primary culture in current clamp conditions.

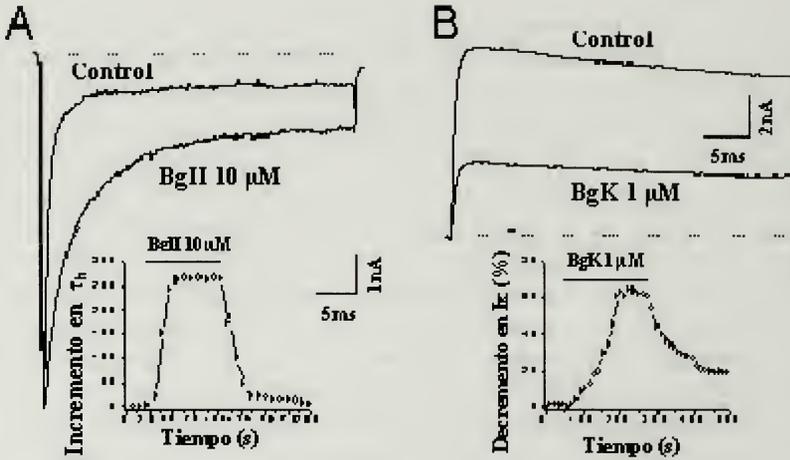


Figura 2. Enlentecimiento en el proceso de inactivación de la corriente de Na⁺ por acción de BgII (10 μM) y bloqueo parcial de la corriente de K⁺ por efecto de BgK (1 μM). En los insertos, curso temporal del efecto de las BgII y BgK. La barra indica el tiempo durante el cual se aplicaron las toxinas.

Figure 2. A slowing down in the TTX-S sodium current inactivation by BgII (10 μM) and partial blockade of K⁺ current by BgK (1 μM). In the inserts, temporal course of the effect of BgII and BgK. Bars indicate the time in which toxins were applied.

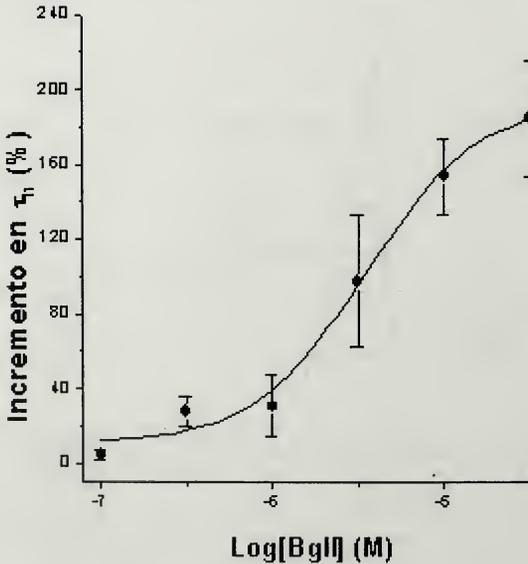


Figura 3.

Relación concentración efecto para BgII (n=87). Los datos fueron ajustados (línea) usando una función de tipo concentración-respuesta. La IC₅₀ calculada a partir de estos experimentos fue de 3.63 μM

Figure 3.

Concentration dependent effect of BgII (n=87). Data were fitted (solid line) to a concentration-response function. The IC₅₀ value calculated from these experiments was 3.63 μM

En la figura 3 se muestra la relación concentración-respuesta para BgII. Para la caracterización de los efectos de BgII, las corrientes de sodio se evocaron empleando un protocolo consistente en un pulso despolarizante único a -10 mV, durante 40 ms, a partir de un potencial de retención de -90 mV, con un intervalo entre pulsos de 8s. Se midió el porcentaje de cambio de la constante de tiempo de inactivación. BgII ($n=87$) afectó el curso temporal del proceso de inactivación en forma dependiente de la concentración sin cambios significativos sobre el curso temporal de la activación ni sobre el pico de corriente. Para la construcción de la curva concentración-respuesta, los datos se normalizaron con respecto a su propio control. Los datos se graficaron como función de la concentración de la toxina y se ajustaron satisfactoriamente con una exponencial simple antes y después de la aplicación de la toxina. El valor de IC_{50} para la BgII fue de $3.63 \mu\text{M}$, con un coeficiente de Hill de 1.3. El efecto máximo producido por la aplicación de la toxina se logró generalmente dentro del primer minuto después de la perfusión de la toxina y, una vez alcanzado, se mantuvo estable. El efecto fue completamente reversible.

La relación concentración-respuesta para BgK ($n=25$) se realizó utilizando un protocolo de voltaje que consistió en un pulso de prueba a $+30$ mV, durante 400 ms, con intervalos entre pulsos de 12s, partiendo de un potencial de retención de -90 mV. Las mediciones de la amplitud de corriente fueron realizadas al pico y en el estado estable. En el rango de concentraciones de BgK probado hasta el momento (de 1 nM a $30 \mu\text{M}$), no hemos observado dependencia de la concentración, por lo que serán necesarios experimentos adicionales en el rango picomolar para determinar la IC_{50} de BgK.

DISCUSIÓN

Se analizaron los efectos de dos toxinas de la anémona *B. granulifera*: BgII, que actúa sobre canales de sodio sensibles a TTX, y BgK, que actúa sobre canales de potasio.

BgII produjo un enlentecimiento dependiente de la concentración en el proceso de inactivación de la corriente de Na^+ y, como consecuencia, incrementó marcadamente la duración de los potenciales de acción. Este efecto resulta similar al reportado tanto para otras toxinas de anémonas como para las toxinas alfa de escorpión, que se unen al sitio 3 del canal de Na^+ de mamíferos sin afectar el proceso de activación (BENOIT & GORDON, 2001). Se ha sugerido que las toxinas que actúan sobre el sitio 3 enlentecen la transición del canal del estado abierto al estado inactivado (WARASHINA & FUJITA, 1983; STRICHARTZ & WANG, 1986; SCHREIBMAYER, KASERANI & TRITTHART, 1987; KIRSCH, SKATEBOL, POSSANI & BROWN, 1989). ROGERS, QU, TANADA, SCHEUER & CATTERALL (1996), han propuesto que las toxinas de sitio 3 ejercen este efecto al prevenir o enlentecer los cambios conformacionales resultantes en el lazo S3-S4 del dominio IV y la translocación del segmento IVS4 requerido para el cierre de la compuerta de inactivación.

En nuestra preparación, la IC_{50} para BgII fue de $3.63 \mu\text{M}$, sin embargo, la potencia de las toxinas de anémonas resulta muy variable: ATX1a, ATXI, ATXII y ATXIII son más activas en crustáceos que en mamíferos (LORET *et al.*, 1994, RATHMAYER, 1976): en preparaciones de axones de langostino, la IC_{50} está en el orden de los picomoles, mientras que en el nodo de Ranvier de axones mielinizados de rana se encuentra en el rango micromolar.

Con relación a los efectos observados para BgK, nuestros resultados revelan que actúa sobre las corrientes de potasio totales presentes en las neuronas de los ganglios de raíz dorsal. Para el caso de las corrientes de potasio I_A e I_{KDR} , nuestros datos sugieren que no actúa de forma específica sobre alguno de estos subtipos de corriente. Sin embargo, será necesario realizar experimentos adicionales para establecer una conclusión definitiva al respecto, así como para caracterizar los efectos de BgK sobre la $I_{K(Ca)}$.

En ovocitos de *Xenopus*, BgK bloquea casi con igual potencia (6-15 nM) los canales Kv1.1, Kv1.2 y Kv1.3, mientras que los canales tipo Kv3.1 son insensibles incluso a concentraciones de 0.125 μ M de toxina (COTTON ET AL., 1997). Los valores de Kd para BgK sobre los canales IKCa1 son del orden de los 172 ± 3 nM (RAUER, PENNINGTON, CAHALAN & CHYY, 1999). En neuronas de molusco (*Helix aspersa*) actúa en el rango entre 1 pM y 100 nM. BgK no mostró selectividad sobre los tipos de corriente I_A e I_{KDR} en estas neuronas (GARATEIX *et al.*, 2000). En esta preparación, la reversibilidad de los efectos de BgK con el lavado fue incompleta. No hay similitud entre la secuencia de aminoácidos de estas toxinas de anémonas y la de otras capaces de actuar sobre canales de K^+ pero obtenidas de otras fuentes, como escorpiones. Las toxinas de escorpión presentan afinidad por los canales de potasio activados por voltaje y por los dependientes de calcio en el rango pico y nanomolar. Se ha propuesto que estas toxinas actúan acoplándose a un sitio receptor en el vestíbulo externo del canal de K^+ ocluyendo físicamente el poro y bloqueando así la corriente iónica (COTTON *et al.*, 1997). Debido a su mecanismo de acción y a su especificidad, las toxinas de anémonas y de escorpión han sido usadas para identificar la región del poro, y también como “calibradores” para medir la boca externa del poro del canal (COTTON *et al.*, 1997). En estudios precedentes (ALESSYRI-HABER, LECOQ, GASPARINI, GRANGIER-MACMATH, JACQUET, HARVEY, DE MEDEIROS, ROWAN, GOLA, MÉNEZ & CREST, 1999) en que se mapean los sitios de unión de BgK a los canales Kv1.1, Kv1.2 y Kv1.3, se ha encontrado que estos sitios incluyen: **I**) 3 residuos comunes: Lys-25, Tyr-26 y Ser-23 que, según parece, conforman un “centro o parte esencial” de enlace bien conservado para todos los bloqueadores de canales tipo Kv1 derivados de anémonas, y **II**) un número diferencial de residuos adicionales que aseguran el enlace a cada uno de los tres subtipos de canales.

A partir de diferentes especies de anémona se han obtenido diversos compuestos de naturaleza proteica, incluyendo a las citolisinas (proteínas de alrededor de 20 Kda que forman poros en las membranas celulares), además de toxinas polipeptídicas con acción sobre canales de Na^+ y K^+ . Algunos autores han sugerido que estos tres tipos de compuestos podrían actuar de forma sinérgica: las citolisinas podrían inicializar la despolarización de las células provocando la activación de los canales de Na^+ , las toxinas de Na^+ al enlentecer el proceso de inactivación, y las de K^+ al evitar la repolarización de la membrana, contribuirían a mantener la célula despolarizada produciendo una liberación masiva de neurotransmisor, así como potentes efectos en el corazón, las células musculares y las endocrinas (SCHWEITZ *et al.*, 1995, KEM *et al.* 1999). Tales procesos explican la toxicidad de estas especies de anémonas.

BIBLIOGRAFIA

ALESSYRI-HABER, N., LECOQ, A., GASPARINI, S., GRANGIER, G., JACQUET, G., HARVEY, A.L., DE MEDEIROS, C., ROWAN, E.G., GOLA, M., MÉNEZ, A. & CREST, M. 1999. Mapping the functional anatomy of BgK on Kv1.1, Kv1.2 and Kv1.3. Clues to design analogs with enhanced selectivity. *J. Biol. Chem.* 274: 35653-35661.

ANEIROS, A., GARCIA, I., MARTINEZ, J.R., HARVEY, A.L., YERSON, A.J., MARSHALL, D.L., ENGSTRÖM, Å., HELLMAN, U. & KARLSSON, E. 1993. A potassium channel toxin from the secretion of the sea anemone *Bunodosoma granulifera*. *Biochimica et Biophysica Acta*, 1157: 86-92.

BENOIT, E. & GORDON, D. 2001. The scorpion α -like toxin LQH III specifically alters sodium channel inactivation in frog myelinated axons. *Neuroscience*, 104: 551-559.

BERESS, L., BERESS, R. & WUNDERER, G. 1975. Purification of three polypeptides with neuro and cardio-toxic activity from the sea anemone *Anemonia sulcata*. *Toxicon*, 13, 359-367.

BRUHN, T., SCHALLER, C., SCHULZE, C., SANCHEZ-RODRIGUEZ, J., DANNMEIER, C., RAVENS, U., HEUBACH, J.F., ECKHARDT, K., SCHMIDTMAYER, J., SCHMIDT, H., ANEIROS, A., WACHTER, E. & BERESS, L. 2001. Isolation y caracterisation of five neurotoxic and cardiotoxic polypeptides from the sea anemone *Anthopleura elegantissima*. *Toxicon* 39, 693-702.

CASTAÑEDA, O., SOTOLONGO, V., AMOR, A. M., STOCKLIN, R., YERSON, A., HARVEY, A., ENGSTRÖM, WERNSTEDT & KARLSSON, E. 1995. Characterization of a potassium channel toxin from the Caribbean sea anemone *Sychoactyla helianthus*. *Toxicon*, 33: 603-613.

CATTERALL, W.A. 2000. From ionic currents to molecular mechanisms: the structure and function of voltage-gated sodium channels. *Neuron*, 26: 13-25.

COTTON, J., CREST, M., BOUET, F., ALESSYRI, N., GOLA, M., FOREST, E., KARLSSON, E., CASTAÑEDA, O., HARVEY, A., VITA, C. Y MÉNEZ, A. 1997. A potassium channel toxin from the sea anemone *Bunodosoma granulifera*, an inhibitor of K⁺ channels. Revision of the aminoacid sequence, disulfide-bridge assignment, chemical synthesis and biological activity. *European Journal of Biochemistry*, 244: 192-202.

EL-SHERIF, N., FOZZARD, H.A. & HANCK, D.A. 1992. Dose-dependent modulation of the cardiac sodium channel by sea anemone toxin ATXII. *Circulation Research*, 70: 285-301.

GARATEIX, A., VEGA, R., SALCEDA, E., CEBADA, J., ANEIROS, A. & SOTO, E. 2000. BgK anemone toxin inhibits outward K⁺ currents in snail neurons. *Brain Research*, 864: 312-314.

GENDEH, G.S., YUNG, L.C., DE MEDEIROS, C.L.C., JEYASEELAN, K., HARVEY, A. L., & CHUNG, M. C. M. 1997. A new potassium channel toxin from the sea anemone *Heteractis magnifica*: Isolation, cDNA cloning, and functional expression. *Biochemistry*, 36: 11461-11471.

GOUDET, C., FERRER, T., GALAN, L., ARTILES, A., BATISTA, C.F.V., POSSANI, L.D., ALVAREZ, J., ANEIROS, A. & TYTGAT, J. 2001. Characterization of two *Bunodosoma granulifera* toxins active on cardiac sodium channels. *British Journal of Pharmacology*, 134: 1195-1206.

HAMILL, O.P., MARTY, A., NEHER, E., SAKMANN, B. & SIGWORTH, F.J. 1981. Improved patch-clamp techniques for high resolution current recording from cells y cell-free membrane patches. *Pflügers Archives*, 391: 85-100.

KIRSCH, G.E., SKATTEBOL, A., POSSANI, L.D. & BROWN, A.M. 1989. Modification of Na⁺ channel gating by an alpha scorpion toxin from *Tityus serrulatus*. *Journal of General Physiology*, 93: 67-83.

KEM, W. R., PENNINGTON, M.W. & NORTON, R 1999. Se anemone toxins for the design of immunosuppressant drugs. *Perspective in Drug Discovery and Design*. 15/16: 111-129.

KOSTYUK, P.G., KRISHTAL, O.A., & PIDOPLICHKO, V.I. 1975. Intracellular dialysis of nerve cells: effect of intracellular fluoride y phosphate on the inward current. *Nature*, 257: 691-693.

LORET, E.P., MENENDEZ SOTO, R., MANSUELLE, P., SAMPIERI, F. & ROCHAT, H. 1994. Positively charged aminoacid residues located similarly in sea anemone and scorpion toxins. *J. Biol. Chem.* 269: 16785-16788.

RAUER, H., PENNINGTON, M., CAHALAN, M. & CHYY, G. 1999. Structural conservation of the pores of calcium-activated and voltage gated K channels determined by a sea anemone toxins. *J. Biol. Chem.* 274: 21885-21892.

RATHMAYER, W. 1976. Sea anemone toxins in the study of excitable membranes. *Adv.in Cytopharm.* 3: 335-344.

ROGERS, J.C., QU, Y.S., TANADA, T.N., SCHEUER, T. & CATTERALL, W.A. 1996. Molecular determinants of high affinity binding of alfa-scorpion toxin and sea anemone toxin in the S3-S4 extracellular loop in domain IV of the Na⁺ channel subunit. *Journal of Biological Chemistry*, 271: 15950-15962.

SALCEDA, E., GARATEIX, A. & SOTO, E. 2001. Effects of two *Bunodosoma granulifera* toxins on neuronal Na⁺ currents. 2nd International Workshop "Ionic channels: From structure to physiopathology", Universidad de Colima, Centro Universitario de Investigaciones Biomédicas, México.

SCHREIBMAYER, W., KAZERANI, H. & TRITTHART, H. 1987. A mechanistic interpretation of the action of toxin II from *Anemonia sulcata* on the cardiac sodium channel. *Journal of Biological Chemistry*, 256: 6223-6229.

SCHWEITZ, H., BRUHN, T., GUILLEMARE, E., MOINIER, D., LANCELIN, J.M., BÉRESS, L. & LAZDUNSKI, M. 1995. Kalicicludines y Kalisepetine. Two different classes of sea anemone toxins for voltage sensitive K channels. *Journal of Biological Chemistry*, 270 : 25121-25126.

STRACHAN, L.C., LEWIS, R.J. & NICHOLSON, G.M. 1999. Differential actions of Pacific Ciguatoxin-1 on sodium channel subtypes in mammalian sensory neurons. *J. Pharm. & Exp. Therapeutics*, 288: 379-388.

STRICHARTZ, G.R. & WANG, G.K. 1986. Rapid voltage-dependent dissociation of scorpion alpha-toxins coupled to Na channel inactivation in amphibian myelinated nerves. *Journal of General Physiology*, 88: 413-435.

WARASHINA, A. & FUJITA, S. 1983. Effects of sea anemone toxins on the sodium inactivation process in crayfish axons. *Journal of General Physiology*, 81: 305-323.

Compuestos de origen marino con actividad antiinflamatoria

Marine compounds with antiinflammatory activity

Mirtha Llanio y Miguel D. Fernández

Dpto. de Bioactivos y Productos Naturales Marinos, Instituto de Oceanología CITMA. Cuba.

Resumen

Este trabajo es un resumen de los compuestos bioactivos marinos con actividad antiinflamatoria reportados en la literatura como introducción a las investigaciones realizadas en la búsqueda de esta propiedad en extractos obtenidos de organismos marinos de la plataforma cubana. También se estudian los efectos analgésicos y/o antioxidantes de algunas de estas sustancias.

Abstract

This paper is an abstract of marine bioactive compounds with antiinflammatory activity that has been reported like introduction to the research that has been done searching this property in extracts obtained from marine organisms from the cuban coast. It has studied the analgesic and/or antioxidant effects of some of this substances.

Palabras claves: antiinflamatorio, analgésico, antioxidante, compuestos marinos.

Key words: antiinflammatory, analgesic, antioxidant, marine compounds.

INTRODUCCION

Las especies marinas poseen un inmenso potencial como fuente de nuevos fármacos. En diferentes países como EE.UU, Japón, España, etc. Se han estudiado diversos compuestos obtenidos de organismos marinos como posibles agentes antiinflamatorios con estructuras diferentes a los fármacos conocidos hasta ahora y con diversos mecanismos de acción, especialmente promoviendo la inhibición de la fosfolipasa A_2 .

Se ha identificado un considerable número de compuestos marinos que son capaces de interactuar con enzimas involucradas en el proceso inflamatorio. La mayoría de los estímulos inflamatorios promueven la activación de la fosfolipasa A_2 , la cual actúa sobre los fosfolípidos de las membranas celulares y promueve la liberación del ácido araquidónico. Este ácido graso, una vez liberado puede ser transformado en mediadores inflamatorios fundamentalmente por dos vías: la 5-lipooxigenasa que forma los leucotrienos y la ciclooxigenasa que da lugar a las prostaglandinas (principalmente prostaglandina E_2), prostaciclina y tromboxanos (POTTS, FAULKNER & JACOBS, 1992; WYLIE, ERNST, GRACE & JACOBS, 1997).

Es por todo lo anterior que en el presente trabajo se ofrece una panorámica general de algunos de los antiinflamatorios marinos conocidos hasta ahora y los diferentes mecanismos de acción por los cuales los mismos pueden inhibir el proceso inflamatorio.

En la figura 1 se señalan los diferentes antiinflamatorios según el efecto que ejercen y los grupos de organismos de donde fueron aislados. Como se aprecia la mayoría de estos compuestos intervienen en varios mecanismos del proceso inflamatorio, o sea, en diferentes pasos que comprenden desde impedir la liberación del ácido araquidónico al inhibir la fosfolipasa A₂, pasando por los efectos en las vías ciclooxigenasa y lipooxigenasa hasta inhibir la liberación de prostaglandinas y leucotrienos.

Por otra parte resulta interesante que la mayoría de los compuestos se han obtenido a partir de esponjas, aunque no se ha precisado si estas sustancias se encuentran en el organismo o en los simbiotes que pueden habitar en las mismas.

Para avanzar en el conocimiento de los efectos de los antiinflamatorios de origen marino tomaremos como ejemplo el Manoalido que fue el primer compuesto descubierto en 1980.

El Manoalido fue aislado por DE SILVA Y SCHEUER (1980) a partir de la esponja *Luf-fariella variabilis*. Es un sesterterpeno con potente actividad analgésica y antiinflamato-

EFEECTO	COMPUESTO	ORGANISMO
Inhibidores de fosfolipasa A₂	Manoalido	<i>Lufariella variabilis</i>
	Luffariellolido	<i>Lufariella variabilis</i>
	Secomanoalido	<i>Lufariella variabilis</i>
	Luffariellinas	<i>Lufariella variabilis</i>
	Escalaradial	<i>Cacospongia mollior</i>
	Variabilin	<i>Hemimycale columela</i>
	Ircinin	<i>Ircinia oros</i>
	Cacospongionolidos	<i>Fasciospongia cavernosa</i>
	Acido furanoico	<i>Sinularia sp.</i>
Epitaondiol	<i>Styopodium flabelliforme</i>	
Inhibidores de la formación y/o liberación de Prostaglandinas	Manoalido	<i>Lufariella variabilis</i>
	Escalaradial	<i>Cacospongia mollior</i>
	Avarol	<i>Dysidea avara</i>
	Pseudoterosinas	<i>Pseudotero-gorgia bipinata</i>
	Epitaondiol	<i>Styopodium flabelliforme</i>
	Pacifenol	<i>Laurencia claviformis</i>
Inhibidores de la formación y/o liberación de Leucotrienos	Manoalido	<i>Lufariella variabilis</i>
	Avarona	<i>Dysidea avara</i>
	Escalaradial	<i>Cacospongia mollior</i>
	Pseudoterosinas	<i>Pseudotero-gorgia bipinata</i>
	Fuscoso	<i>Eunicea fusca</i>
	Epitondiol	<i>Styopodium flabelliforme</i>
	Pacifenol	<i>Laurencia claviformis</i>
Regulación de especies reactivas de oxígeno	Manoalido	<i>Lufariella variabilis</i>
	Variabilin	<i>Hemimycale columela</i>
	Escalaradial	<i>Cacospongia mollior</i>
	Avarol	<i>Dysidea avara</i>
	Pacifenol	<i>Laurencia claviformis</i>

Figura 1. Antiinflamatorios marinos.

Figure 1. Marine antiinflammatories.

ria. De esa esponja también se han aislado (POTTS *et al.*, 1992) un grupo de análogos del Manoalido entre los que se encuentran:

- Luffariellolido, Secomanoalido, Luffariellinas y Luffoldo (POTTS *et al.*, 1992).

La evaluación preliminar del Manoalido reveló que inhibía el edema de la oreja inducido por PMA de manera muy potente y no inhibía el edema de la oreja inducido por ácido araquidónico. Esto sugirió que podía actuar en la síntesis de prostaglandinas en la vía ciclooxigenasa, posiblemente inhibiendo la fosfolipasa A₂ (DE FREITAS, BLANKEMEIER & JACOBS, 1984; MAYER, GLASER & JACOBS, 1988; JACOBSON, MARSHALL, SUNF & JACOBS, 1990).

Al evaluar este compuesto frente a la enzima fosfolipasa A₂ de diferentes orígenes se encontró que inhibía irreversiblemente o de forma muy potente las de veneno de abeja y de serpiente cascabel, la purificada de líquido sinovial humano, de disco intervertebral herniado, etc. todas las cuales tienen la característica de ser fosfolipasas secretorias. En otras fosfolipasas A₂ presentes en células de mamíferos, cerebro de ratas, etc. también el manoalido ha mostrado tener actividad inhibitoria (SORIENTE, DE ROSA, SCETTRI, SODANO, TERCENIO, PAYA & ALCARAZ, 1999). Algunos análogos como las luffariellinas y el secomanoalido presentan efectos similares. La fosfolipasa C presente en útero de cobaya también es inhibida irreversiblemente por el manoalido (BENNETT, MONG, CLARK, KRUSE, & CROOKE, 1987).

Inhibición de fosfolipasa A₂	Veneno de cobra
	Veneno de cascabel
	Veneno de abeja
	β-bungarotoxina
	<i>Naja naja</i>
	Pancreática
	Fluido sinovial humano Cerebro de ratas
Inhibición de fosfolipasa C	Citosólica de útero de cobaya
Movilización de calcio	Reduce el calcio libre citosólico en PMN humanos
	Inhibe la entrada y liberación de los almacenes intracelulares
	Bloquea los canales de calcio de membranas plasmáticas activados por hormonas y por voltaje
Funciones en los leucocitos	Inhibe la liberación de ácido araquidónico
	Inhibe la adhesión por disminución de MAC-1
	Inhibe la liberación de IL-1β y TNFα
	Disminuye la liberación de leucotrienos y factor activante de plaquetas
	Disminuye la producción de PGE ₂
	Disminuye la expresión de COX-2
	Inhibe la actividad de la 5-LO Inhibe la generación de superóxido
Actividad analgésica	Inhibe las contorsiones inducidas por zimosan y por fenil quinona

Figura 2. Manoalido.

Figure 2. Manoalide

Este compuesto también reduce los niveles de calcio, específicamente el incremento del calcio libre citosólico en leucocitos polimorfonucleares humanos. Es un inhibidor de los canales de calcio en forma independiente de sus efectos en la actividad sobre la fosfolipasa C (WHEELER, SACHS, DE VRIES, GOODRUM, WOLDEMUSSIE & MUALLEM, 1987; POTTS *et al.*, 1992).

El manoalido inhibe la liberación de ácido araquidónico en los neutrófilos humanos estimulados por A23187 y la desgranulación de los gránulos. También afecta en los leucocitos la adhesión con una disminución en la expresión de MAC-1. La inhibición de la adhesión también ha sido demostrada en monocitos humanos, así como su migración inducida por diferentes compuestos. Inhibe la liberación de IL-1 β y TNF α de monocitos humanos estimulados por liposacáridos. Disminuye la liberación de leucotrienos y factor activante de plaquetas (PAF) y la producción de prostaglandina E₂ en diferentes modelos. En monocitos humanos el manoalido disminuye la producción de prostaglandina E₂, así como la expresión de ciclooxigenasa-2, un efecto que puede no estar relacionado con su modulación de la síntesis de mediadores lipídicos. Tiene un efecto inhibitorio directo en la actividad de la 5-lipooxigenasa en algunos modelos (SORIENTE *et al.*, 1999).

Además el manoalido inhibe potentemente la generación de superóxido de polimorfonucleares de rata estimulados con PMA (MAYER & SPITZER, 1993).

Por último este compuesto inhibe las contorsiones inducidas por zimosan, mostrando en este modelo su actividad analgésica (MAYER, 1988).

Por todo lo anterior en nuestro laboratorio decidimos evaluar un grupo de extractos de algas, esponjas y celenterados de nuestras costas mediante diferentes modelos farmacológicos con el objetivo de demostrar si existe acción antiinflamatoria-analgésica y antioxidante en los mismos y estudiar sobre qué posibles vías del proceso actúan.

Algunos de los resultados obtenidos aparecen en otros artículos de este número.

BIBLIOGRAFIA

- BENNETTS, C. F., MONG, S., CLARK, M. A., KRUSE, L. Y., & CROOKE, S. T. 1987. Differential effects of manoalide on secreted and intracellular phospholipases. *Biochem. Pharmacol.* 36, 733.
- DE FREITAS, J. C., BLANKEMEIER, L. A. & JACOBS, R. S. 1984. *In vitro* inactivation of the neurotoxic action of B-bungarotoxin by the marine natural product manoalide. *Experientia.* 40, 864.
- DE SILVA, E. D. & SCHEUER, P. J. 1980. Manoalide, an antibiotic sesterterpenoid from the marine sponge *Luf-fariella variabilis*. *Tetrahedron Lett.* 21, 1611-1614.
- JACOBSON, P.B., MARSHALL, L. A., SUNF, A., & JACOBS, R. S. 1990. Inactivation of human synovial fluid phospholipase A₂ by the marine natural product manoalide. *Biochem. Pharmacol.* 39, 1557-1564.
- MAYER, A. M. S., GLASER, K. B., & JACOBS, R. S. 1988. Regulation of eicosanoid biosynthesis *in vitro* and *in vivo* by the marine natural product manoalide: a potent inactivator of venom phospholipases. *J. Pharmacol: Exp. Ther.* 244, 871-878.
- MAYER, A.M.S. & SPITZER, J.A. 1993. Modulation of superoxide anion generation by Manoalide, arachidonic acid and staurosporine in liver infiltrated neutrophils in a rat model of endotoxemia. *J. Pharmacol Exp. Ther.* 267 (1), 400-409.
- POTTS, B. C. M., FAULKNER, D. J. & JACOBS, R.S. 1992. Phospholipase A₂ inhibitors from marine organisms. *J. Natl. Products.* 55(12), 1701-1717.
- SORIENTE, A., DE ROSA, M., SCETTRI, A., SODANO, G., TERCENIO, M.C. PAYA, M. & ALCARAZ, M.J. 1999. *Manoalide*. *Curr. Med. Chem.* 6, 415-431.
- WHEELER, L. A., SACHS, G., DE VRIES, G., GOODRUM, D., WOLDEMUSSIE, E., & MUALLEM, S. 1987. Manoalide, a natural sesterpenoid that inhibits calcium channels. *J. Biol. Chem.* 262, 6531-6538.
- WYLIE, B. J., ERNST, N. B., GRACE, K. J., & JACOBS, R. S. 1997. *Marine natural products as phospholipase A₂ inhibitors*. In: Phospholipasa A₂: basic and clinical aspects in inflammatory diseases. Edited by W. Uhl, T. J. Nevalainen, M. W. Büchler, *Prog. Surg. Basel, Karger*, Vol. 24, 146-152.

Búsqueda de actividades antiinflamatoria, analgésica y antioxidante en algunas algas de las costas cubanas

Research of antiinflammatory, analgesic and antioxidant activities in cuban coast algae

Mirtha Llanio¹, Miguel D. Fernández¹, Olga Valdés-Iglesias¹, Carla Delporte², Nadine Backhouse², Ignacio Hernández¹, Betty Cabrera¹, Cecilia Díaz¹ y Yoania Cabranes¹

¹Departamento de Bioactivos y Productos Naturales Marinos, Instituto de Oceanología. CITMA, Loma y 37. Alturas del Vedado, La Habana, Cuba

²Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. Universidad de Chile

Resumen

A partir de extractos de algas de las costas cubanas, se ha observado actividad antiinflamatoria en los obtenidos de los géneros *Acanthophora* y *Dictyota*, y actividad analgésica en los de *Laurencia*, *Gracilaria* y *Dictyota*.

Abstract

From cuban coast algae extracts it's been reported antiinflammatory activity in extracts of the genus *Acanthophora* and *Dictyota* and analgesic activity in the ones from *Laurencia*, *Gracilaria* and *Dictyota*.

Palabras clave: Algas, Cuba, antiinflamatorio, analgésico, antioxidante.

Key words: Sea weed, Cuba, antiinflammatory, analgesic, antioxidant.

INTRODUCCION

El medio marino representa una fuente potencial de sustancias con propiedades antiinflamatorias, aisladas fundamentalmente de esponjas, celenterados y algas. Centrando la atención en las algas, diferentes grupos de investigación han realizado pesquisaje en extractos obtenidos de estos organismos, encontrando que los de algunas especies como *Galaxaura oblongata*, *Udotea petiolata* e *Hypnea musciformis* presentan una elevada potencia antiinflamatoria en modelos de edema (ALCARAZ & PAYA, 1994; PAYA, FERRANDIZ, SANZ, BUSTOS, BLASCO, RIOS, & ALCARAZ, 1993).

Un compuesto representativo de las algas debido a su gran número de propiedades es el epitaondiol que inhibe a la fosfolipasa A₂ y la formación y/o liberación de prostaglandinas y leucotrienos (ALCARAZ & PAYA, 1994). Otros compuestos aislados de algas con propiedades antiinflamatorias son la escitonemina, que es un pigmento presente en los espacios extracelulares del alga verde-azul *Lyngbya majuscula* y que presenta una potente actividad en el modelo del edema de la oreja inducido por éster de forbol, y el pa-

cifenol, que actúa a nivel de las prostaglandinas, leucotrienos y especies reactivas de oxígeno (WYLIE, ERNST, GRACE, & JACOBS, 1997).

En este trabajo se muestran los resultados de la evaluación de cinco extractos etanólicos aislados de algas Rodophytas de la plataforma cubana, al norte de la provincia Habana, con el objetivo de buscar actividades antiinflamatoria, analgésica y antioxidante.

MATERIALES Y METODOS

Preparación de los extractos: Se estudiaron dos extractos de *Laurencia* I y II, colectados en el bajo de Santa Ana (zona contaminada) y en el rincón de Guanabo (zona limpia) respectivamente, uno de *Acantophora*, uno de *Gracilaria* y otro de *Dictyota*. Las especies se colectaron y se lavaron con agua destilada. Posteriormente se tomaron 50 g de la muestra y se disolvieron en 150 ml de etanol, los que se homogenizaron, centrifugaron y concentraron a volumen mínimo a 38-40 °C.

Edema de la oreja del ratón: Se utilizaron ratones OF1 machos de 25 a 30 g de peso corporal divididos en grupos de 6 animales cada uno a los que se les inyectó intraperitonealmente (i.p.) en dosis de 100 mg/Kg el extracto, a los controles positivos indometacina (25 mg/Kg) y a los controles negativos solución salina. En todos los casos el volumen inyectado fue de 0.01 ml/g. A los 30 minutos se les administró tópicamente aceite de croto (40 µg/oreja). En ambos casos los animales recibieron un volumen de 20 µl del irritante en la superficie interna de la oreja derecha, mientras que en la izquierda recibieron igual volumen del solvente (acetona). Transcurridas 6 horas de haber aplicado el aceite de croto (TUBARO, DRI, MELATO, MULAS, BIACHINI, DEL NEGRO, & DELLA LOGGIA, 1986) los animales se sacrificaron por tracción cervical y se realizó un ponchete en cada oreja de 7mm de diámetro, los que se pesaron en una balanza analítica. Como medida de la inflamación se toma la diferencia de peso (mg) entre los dos ponchetes de cada animal.

En el caso de *Dictyota*, por los resultados obtenidos en este ensayo se realizó el edema de la oreja inducido por acetato de 12-O-tetradecanoil forbol (TPA) y ácido araquidónico administrando el extracto por vía tópica en dosis de 1.5 mg/20 ul/oreja cinco minutos antes de la aplicación de los inductores. Como controles positivos se utilizaron la indometacina (0.5mg/20 ul/oreja) y la nimesulida (1mg/20 ul/oreja). En el ensayo inducido por ácido araquidónico el ponchete de cada oreja se realiza a la hora de haberse administrado el irritante (LLORET Y MORENO, 1995).

Contorsiones inducidas por ácido acético en ratón: Se utilizaron ratones machos OF1 de 18 a 22 g de peso corporal en grupos de 6 animales cada uno, a los que se les inyectó intraperitonealmente (i.p.) extractos en dosis de 100 mg/Kg o indometacina (25 mg/Kg); o solución salina (control negativo). A los 30 minutos se inyectó (i.p.) ácido acético al 0,8 %. En todos los casos el volumen administrado fue de 0,01 ml/g. Posteriormente se colocaron los ratones en cajas separadas y se observaron durante 20 minutos registrándose el número de contorsiones del cuerpo y los estiramientos de las extremidades (COLLIER, DINNEN, JOHNSON, & SCHNEIDER, 1968).

Test del ácido tiobarbitúrico (TBA): Se utilizó homogenado cerebral de ratas Wistar (machos, 200 g) en buffer fosfato pH 7.4. La lipoperoxidación espontánea se deja transcurrir en presencia del extracto 10 mg/ml (o sin éste en caso de los controles t=40) durante 40 minutos a 37 °C y con agitación. Al cabo de este tiempo la misma se detiene colocando los tubos de reacción en hielo y añadiendo ácido acético 20 %, excepto a los tubos control (t=0) que lo reciben al inicio de la reacción química. Luego se añade TBA al 5% en ácido acético al 20 % (excepto a los tubos blanco), se incubaba durante 1 hora a 85 °C, y se añade SDS (dodecil sulfato sódico) al 10 % y se centrifuga a 5000 r.p.m. Por último se mide la absorbancia a 532 nm.

La preparación de los tubos se hace por triplicado y se calcula el promedio de las tres lecturas.

Estadística: Como métodos estadísticos se utilizaron la prueba de Student y el método de Wilcoxon para datos independientes.

Para el por ciento de inhibición se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de inhibición} = \frac{(\text{Cr} - \text{Tr})}{(\text{Cr})} \times 100$$

Cr : animales controles

Tr : animales tratados

En ambos casos la comparación se realizó con el control negativo.

RESULTADOS Y DISCUSION

Las figuras muestran los resultados obtenidos al evaluar los 5 extractos en los diferentes ensayos. En la figura 1 se muestran los resultados de los extractos en el modelo del edema de la oreja del ratón inducido por aceite de croto, donde los extractos de *Acanthophora* y *Dictyota* presentan un por ciento de inhibición significativo, por lo que parecen actuar a nivel de la vía ciclooxigenasa, responsable de la formación de prostaglandinas que son los eicosanoides predominantes en este modelo. Resultados similares se conocen de la literatura. Por ejemplo, la Escitonemina obtenida de algas presenta una potente actividad antiinflamatoria en el ensayo del edema de la oreja del ratón inducido por éster de forbol; este pigmento además inhibió irreversiblemente a la fosfolipasa A₂ de veneno de abeja (WYLIE, ERNST, GRACE & JACOBS,1997). El Epitaondiol también aislado de un alga, muestra una potente actividad antiinflamatoria tópica relacionada con la inhibición de la acumulación de leucocitos y disminución de la liberación de eicosanoides por la vía ciclooxigenasa, y el Pacifenol actúa a nivel de la síntesis de prostaglandinas, leucotrienos y especies reactivas de oxígeno (ALCARAZ Y PAYA, 1994).

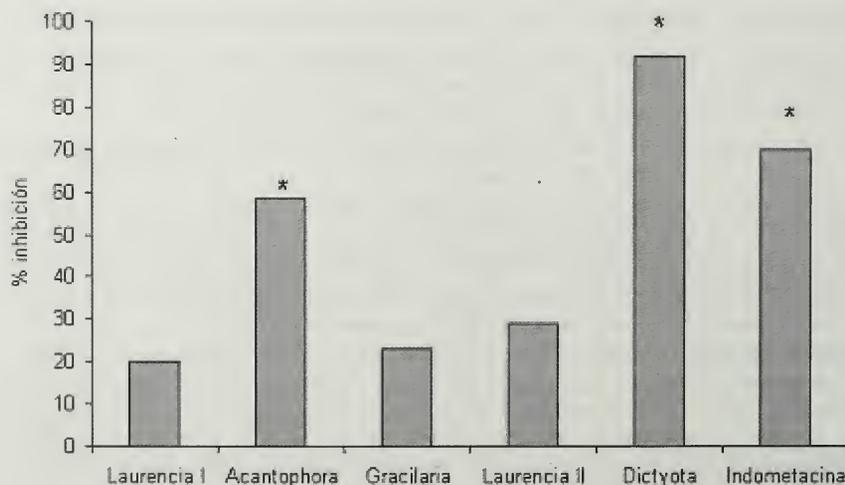


Figura 1. Efecto de los extractos y la indometacina en el modelo de edema de la oreja inducido por aceite de croto. (*p < 0.05)

Figure 1. Effect of the extracts and indomethacin in the corton oil-induced ear oedema

Al evaluar a la dosis ensayada de extracto de *Dictyota* administrado tópicamente en los modelos de edema de la oreja inducidos por TPA y ácido araquidónico, los porcentos de inhibición obtenidos (4 y 25 respectivamente) no son significativos y están muy por debajo de los observados con los patrones de referencia utilizados: indometacina (82 %) y nimesulida (48 %), lo que puede deberse a que el extracto no pudo ser evaluado a una dosis superior debido a que existen compuestos de diferente solubilidad que no se disolvían.

En la figura 2 se observan los efectos de los extractos en el modelo de las contorsiones inducidas por ácido acético en ratón, donde los extractos de *Laurencia I* y *Dictyota* parecen ser potentes analgésicos al inhibir las contorsiones inducidas por ácido acético en ratón al 82 y 96 % respectivamente. Los extractos de *Laurencia II* y de *Gracilaria* también inhiben la respuesta en este modelo, aunque con porcentos de inhibición menores.

El modelo de contorsiones inducidas por ácido acético nos permite conocer la actividad analgésica que manifiestan los extractos. El mecanismo de acción de este ensayo no se encuentra completamente dilucidado, no obstante se conoce que los compuestos inhibidores de la formación y/o liberación de prostaglandinas también manifiestan actividad analgésica (NEVES, NEVES, ZANINI, MEDEIROS, YUNES & CALIXTO, 1993), planteándose recientemente que las prostaglandinas formadas por la vía de la ciclooxigenasa-1 tienen relevancia como mediadores del dolor ya que su formación ocurre en menos tiempo (30 minutos) que las formadas por la ciclooxigenasa-2 que requieren no menos de 3 horas (TORRES-LOPEZ Y GRANADOS-SOTO, 2001).

En la prueba del TBA ninguno de los extractos presentó diferencias significativas respecto al control negativo.

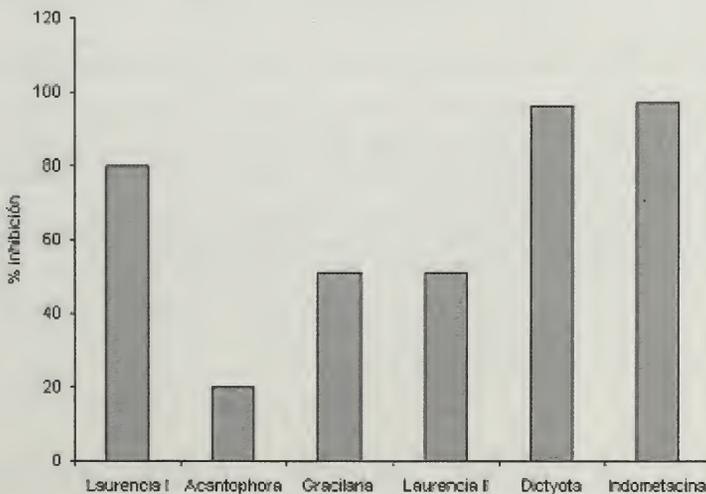


Figura 2. Efecto de los extractos y la indometacina en el modelo de contorsiones inducidas por ácido acético. (* $p < 0.05$)

Figure 2. Effect of the extracts and indomethacin in the writhing induced by acetic acid model.

CONCLUSIONES

Los extractos obtenidos de *Acantophora* y *Dictyota* mostraron actividad antiinflamatoria, en modelos relacionados con la vía ciclooxigenasa.

Los extractos obtenidos de *Laurencia*, *Gracilaria* y *Dictyota* mostraron actividad analgésica, siendo el más potente este último.

Ningún extracto mostró actividad antioxidante como inhibidor de la peroxidación lipídica.

AGRADECIMIENTOS

A la Academia de Ciencia de los Países del Tercer Mundo (TWAS) por financiar parcialmente el trabajo del investigador M.D. Fernández en la Universidad de Chile y al proyecto binacional CITMA-CONICYT (Cuba-Chile).

BIBLIOGRAFIA

- ALCARAZ, M.J. Y PAYA, M. 1994. Productos naturales de origen marino con actividad antiinflamatoria. *Actas del II Simposio Internacional de Química de Productos Naturales y sus Aplicaciones*. Concepción. Chile.
- COLLIER, H. O., DINNEN, L. C., JOHNSON, C. A., & SCHNEIDER, C. 1968. The abdominal constriction response and its suppression by analgesic drugs in the mouse. *Br. J. Pharmacol.* 32, 295-310.
- LLORET, S. & MORENO, J.J. 1995. Effects of an antiinflammatory peptide (antiflammin 2) on cell influx, eicisanoid biosynthesis and oedema formation by arachidonic acid and tetradecanoyl phorbol dermal application. *Biochem Pharmacol.* 50 (3) 347-353.
- NEVES, M. C., NEVES, P. C., ZANINI, J. C., MEDEIROS, Y. S., YUNES, R. A., & CALIXTO, J. B. 1993. Analgesic and anti-inflammatory activities of the crude hydroalcoholic extract obtained from the bark of *Hymenaea martiana*. *Phytother. Res.* 7, 356-362.
- PAYA, M., FERRANDIZ, M. L., SANZ, M. J., BUSTOS, G., BLASCO, R., RIOS, J. L., & ALCARAZ, M. J. 1993. Study of the antioedema activity of some seaweed and sponge extracts from the mediterranean coast in mice. *Phytother. Res.* 7, 159-162.
- TORRES-LOPEZ, J.E. Y GRANADOS-SOTO, V. 2001. Participación de la ciclooxigenasa-1 en el dolor inflamatorio. *Universidad y Ciencia* 17 (34), 73-81.
- TUBARO, A., DRI, P., MELATO, M., MULAS, G., BIACHINI, P., DEL NEGRO, P., & DELLA LOGGIA, R. 1986. In the croton oil ear edema test the effects of non steroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs) are dependent on the dose irritant. *Agents Actions.* 19, 371-373.
- WYLIE, B. J., ERNST, N. B., GRACE, K. J., & JACOBS, R. S. 1997. *Marine natural products as phospholipase A₂ inhibitors*. In: Phospholipasa A₂: basic and clinical aspects in inflammatory diseases. Edited by W. Uhl, T. J. Nevaleinen, M. W. Büchler. *Prog. Surg. Basel, Karger*, Vol. 24, 146-152.

Propiedades anti-inflamatoria-analgésica y antioxidante de una planta marina

Antiinflammatory, analgesic and antioxidant activities of a marine plant

Miguel D. Fernández¹, Mirtha Llanio¹, Félix Arteaga¹, Federico Dajas², Carolina Echeverry², Margot Ferreira², Ignacio Hernández¹, Betty Cabrera¹, María Rodríguez¹ y Abel Aneiros¹

¹Dpto. de Bioactivos y Productos Naturales Marinos. Instituto de Oceanología. CITMA. Cuba
²Dpto. de Neuroquímica. Instituto de Investigaciones Biológicas Clemente Estable (IIBCE).
Montevideo. Uruguay

Resumen

Estudio de la planta marina común en las costas cubanas (*Thalassia testudinum*) con el objetivo de detectar en la misma propiedades antiinflamatorias, analgésicas y antioxidantes.

Abstract

Study of marine plant common in cuban coasts (*Thalassia testudinum*) detect antiinflammatory, analgesic and antioxidant activities.

Palabras clave: *Thalassia*, bioprospección, Cuba.

Key words: *Thalassia*, bioprospection, Cuba.

INTRODUCCIÓN

En los últimos 20 años, la comunidad científica se han concentrado en la obtención de compuestos naturales marinos, ya que representan una rica fuente de nuevas estructuras químicas (PAYA, FERRANDIZ, SANZ, BUSTOS, BLASCO, RIOS, & ALCARAZ, 1993) y de sustancias farmacológicas con actividad antiinflamatoria que permitirán profundizar en el conocimiento del proceso inflamatorio y en novedosos mecanismos de acción de agentes terapéuticos (JACOBS, BOBER, PINTO, WILLIAMS, JACOBSON & DE CARVALHO, 1993).

En este trabajo realizamos el estudio de una planta marina presente en la plataforma cubana, *Thalassia testudinum* (Tt) con el objetivo de detectar en la misma propiedades antiinflamatorias, analgésicas y antioxidantes.

MATERIALES Y METODOS

Preparación del extracto: La especie fue colectada en una zona de la costa norte de Ciudad de La Habana. Una vez separado el material extraño se secó en estufa a temperatura entre 45-50°C se trituró y se maceró con etanol al 90% por espacio de 2-3 días. El extracto hidroalcohólico se filtró, y el filtrado se concentró a presión reducida y se liofilizó. El residuo insoluble se descartó.

Edema de la pata por carragenina: Se utilizó la técnica de WINTER, RISLEY & NUSS (1962). El extracto, la indometacina (dosis de 25mg/Kg), o solución salina (control negativo) se inyectaron intraperitonealmente (i.p.). A los 30 min se inyectó por vía subplantar 1 carragenina (300 µg/pata) (NEVES, NEVES, ZANINI, MEDEIROS, YUNES & CALIXTO, 1993). Las mediciones se realizaron en un pletismómetro al inicio y a las 4h.

Edema de la oreja por aceite de croto: Se utilizó la técnica de TUBARO, DRI, MELATO, MULAS, BIACHINI, DEL NEGRO & DELLA LOGGIA (1986). El extracto y la indometacina se inyectaron i.p. en dosis de 25 mg/Kg, los controles negativos recibieron solución salina. A los 30 min se les administró tópicamente aceite de croto (40 µg/oreja).

Contorsiones por ácido acético: Se utilizó la técnica de COLLIER, DINNEN, JOHNSON, & SCHNEIDER (1968). Se inyectaron i.p. el extracto y la indometacina en dosis de 10 y 25 mg/Kg, o solución salina (control negativo). A los 30 min se inyectó (i.p.) ácido acético al 0,8 %. Los ratones se observaron durante 20 min registrándose el número de contorsiones del cuerpo y los estiramientos de las extremidades.

Ensayo de lipoperoxidación: Este ensayo realizado en homogenado cerebral total de ratas Sprague Dawley de 200-240 g de peso corporal se determinó por el método del ácido tiobarbitúrico de OHKAWA, OHISHI & YAGI (1979). A partir del extracto liofilizado fue preparada una solución patrón de 1mg/ml en mezcla reaccionante. Posteriormente se realizaron diluciones para evaluar diferentes concentraciones.

La lectura de absorbancia fue determinada espectrofotométricamente a una longitud de onda de 532 nm. Se calcularon los porcentos de inhibición en cada concentración del extracto con relación a las sustancias que responden al ácido tiobarbitúrico (TBARS) y la CI50.

Actividad superóxido dismutasa (SOD): La actividad SOD se determinó por el método de MC. CORD & FRIDOVICH (1969). A partir del extracto liofilizado fue preparada una solución patrón de 2mg/ml en mezcla reaccionante. Posteriormente fueron realizadas diluciones en base al patrón para evaluar diferentes concentraciones.

Las reacciones fueron monitoreadas espectrofotométricamente a una longitud de onda de 560 nm durante 10 min. Los % de inhibición se calcularon por la relación de las pendientes con respecto al control. También se determinó la concentración de inhibición media (CI50).

Estadística: Los resultados se analizaron por los métodos no paramétricos Kruskal-Wallis y Mann Whitney. Los resultados se expresan en % de inhibición con respecto al control negativo.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la figura 1 se observa que el extracto Tt inhibió significativamente el edema de la pata inducido por carragenina en la dosis ensayada. Sin embargo en el modelo del edema de la oreja por aceite de croto no mostró actividad significativa en la dosis utilizada lo que puede deberse a que a esta concentración el o los principios activos presentes en el mismo no manifiesten efecto.

El extracto y la indometacina inhiben de forma significativa las contorsiones inducidas por ácido acético en todas las dosis ensayadas (Fig. 2). Si relacionamos este resultado con el efecto mostrado por Tt en el modelo inducido por carragenina podríamos sugerir que el extracto actúa inhibiendo la formación de prostagandina, sustancia que interviene en ambos ensayos. Sin embargo en distintos modelos de inflamación se ha observado que la expresión de la enzima ciclooxigenasa 2 (COX-2) requiere varias horas después del estímulo inflamatorio, que puede variar desde 3 a 12 horas, dependiendo del

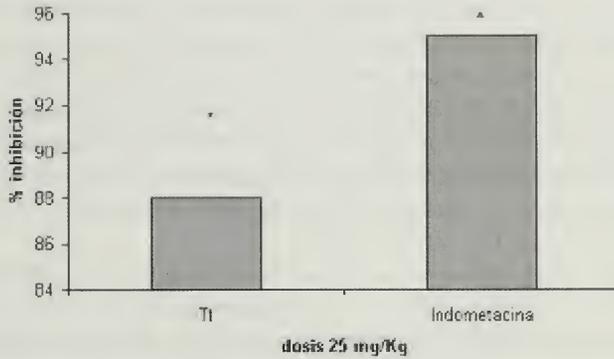


Figura 1. Efecto del extracto en el modelo de edema de la pata inducido por carragenina.
Figure 1. Effect of the extract on the carrageenan pat oedema. (* p<0.05)

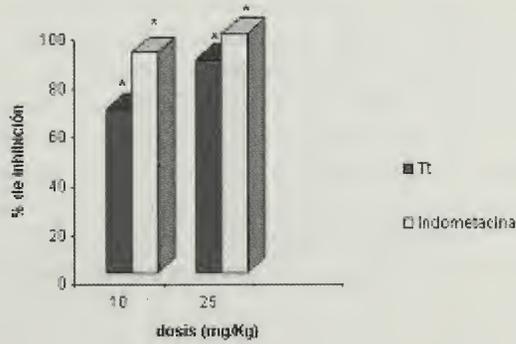


Figura 2. Efecto del extracto en el modelo de contorsiones inducidas por ácido acético.
Figure 2. Effect of the extract on writhing test. (* p<0.05)

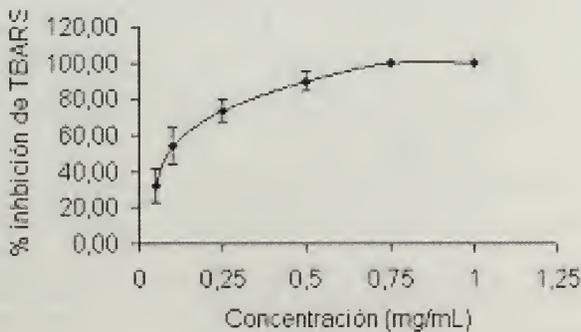


Figura 3. Inhibición de TBARS por el extracto Tt
Figure 3. Inhibition of TBARS by Tt extract

modelo (POSADAS, TERCENIO, GUILLÉN, FERRANDIZ, COLOMA, PAYA & ALCARAZ, 2000). El tiempo que requiere la expresión de esta enzima parece explicar mejor la falta de eficacia analgésica de inhibidores selectivos de COX-2 ya que 30 minutos o una hora no sería suficiente para la inducción de la misma (TORRES-LOPEZ Y GRANADOS-SOTO, 2001).

En el modelo de contracción abdominal (contorsiones) la expresión del ácido ribonucleico mensajero (ARNm) para COX-1 no se modifica y permanece constante durante 2 horas y el ARNm para COX-2 alcanza su máximo a los 90 minutos, mientras los niveles de prostaglandina E₂ alcanza el valor máximo en los primeros 30 minutos (KUSUHARA, MATSUYUKI & OKUMOTO, 1998).

El extracto Tt presenta efectos antiinflamatorio, analgésico con resultados comparables en algunas dosis a la indometacina, lo que sugiere que su acción está relacionada con la inhibición de la producción de prostaglandinas u otros compuestos de la vía ciclooxigenasa, por lo que estamos trabajando en el proceso de purificación y caracterización estructural del mismo.

La figura 3 muestra la relación concentración-respuesta del extracto con una CI₅₀ de 0.08 mg/ml en el ensayo de lipoperoxidación.

En términos generales, los radicales libres incrementan su concentración en el proceso de estrés oxidativo. Entre otras múltiples reacciones, estos radicales libres pueden interactuar con ácidos grasos poliinsaturados de las membranas celulares, como por ejemplo el malondialdehído (MDA), y causar la destrucción oxidativa de las mismas; a este proceso es al que se le denomina lipoperoxidación (ECHEVERRY, 1998).

En el presente trabajo se demostró que el extracto de *Thalassia testudinum* inhibió la formación de peróxidos lipídicos en células del sistema nervioso central. Esto se puede comprobar por la CI₅₀ obtenida en el ensayo del ácido tiobarbitúrico el cual permite cuantificar la concentración de MDA que es uno de los productos finales del metabolismo oxidativo

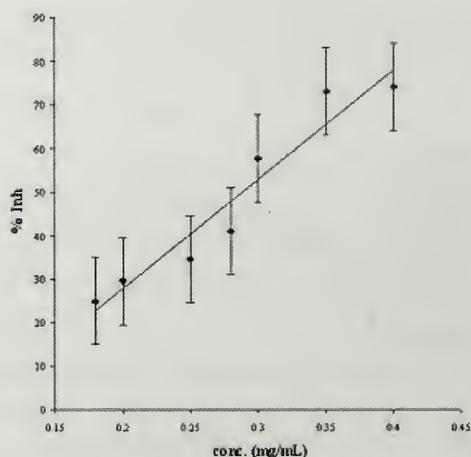


Figura 4. Relación concentración-respuesta correspondiente al extracto Tt. (CI₅₀=0,29mg/mL)
Figure 4. Concentration-response relation of the Tt extract

de lípidos de membranas y es frecuentemente utilizado como indicador de la lipoperoxidación de muestras biológicas (ECHEVERRY, 1998).

La figura 4 muestra la relación concentración-respuesta del extracto con una CI₅₀ de 0.29 mg/ml en el método de SOD. La CI₅₀ determinada para el extracto refleja que el mismo tiene actividad SOD expresada como concentración inhibitoria media. Si analizamos de conjunto los resultados de las figuras 3 y 4 podríamos observar que el extracto presentó actividad antioxidante demostrada por su efecto inhibitorio en el ensayo de lipoperoxidación y por la capacidad tipo superóxido dismutasa.

CONCLUSIONES

El extracto obtenido de la planta *Thalassia testudinum* mostró actividad antiinflamatoria y analgésica en modelos relacionados con la formación de prostaglandinas.

Se comprobó la actividad antioxidante de este extracto en los modelos ensayados.

AGRADECIMIENTOS

A la Academia de Ciencias de los Países del Tercer Mundo (TWAS) y a la Red Latinoamericana de Biología (LANBIO) por financiar la estancia de un investigador cubano en el IIBCE de Uruguay donde se realizó parte de este trabajo.

BIBLIOGRAFIA

- COLLIER, H. O., DINNEN, L. C., JOHNSON, C. A., & SCHNEIDER, C. 1968. The abdominal constriction response and its suppression by analgesic drugs in the mouse. *Br. J. Pharmacol.* 32, 295-310.
- ECHEVERRY, C. 1998. *Rol del estrés oxidativo en el sistema nervioso central. Evaluación de la lipoperoxidación en un modelo de hipoxia-reoxigenación y capacidad antioxidante de productos de origen natural y sintético.* Tesis para optar por el título de Licenciado en Bioquímica. Montevideo. Uruguay.
- JACOBS, R. S., BOBER, M. A., PINTO, I., WILLIAMS, A. B., JACOBSON, P. B., & DE CARVALHO, M. S. 1993. *Pharmacological studies of novel marine metabolites.* In: *Marine biotechnology.* Edited by D. H. Attaway and O. R. Zaborosky, Plenum Press, New York, Vol.1, 77-99.
- KUSUHARA, H., MATSUYUKI, H. AND OKUMOTO, T. 1998. Involvement of prostaglandins produced by cyclo-oxygenase-1 murine visceronociception induced by phenylquinone. *Prostaglandins Other Lipid Mediat.* 55, 43-49.
- NEVES, M. C., NEVES, P. C., ZANINI, J. C., MEDEIROS, Y. S., YUNES, R. A., & CALIXTO, J. B. 1993. Analgesic and anti-inflammatory activities of the crude hydroalcoholic extract obtained from the bark of *Hymenaea martiana*. *Phytother. Res.* 7, 356-362.
- OHKAWA, H., OHISHI, N & YAGI, K. 1979. Assay for lipid peroxides in animal tissues by thiobarbituric acid reaction. *Analytical Biochemistry* 95, 351-358.
- PAYA, M., FERRANDIZ, M. L., SANZ, M. J., BUSTOS, G., BLASCO, R., RIOS, J. L., & ALCARAZ, M. J. 1993. Study of the antioedema activity of some seaweed and sponge extracts from the mediterranean coast in mice. *Phytother. Res.* 7, 159-162.
- POSADAS, I., TERENCIO, M.C., GUILLÉN, L., FERRANDIZ, M.L., COLOMA, J., PAYA, M. & ALCARAZ, M.J. 2000. Co-regulation between cyclo-oxygenase-2 and inducible nitric oxide synthase expresión in the time-course of murine inflammation. *Naunyn-Schmiedeberg Arch. Pharmacol.* 361, 98-106.
- TORRES-LOPEZ, J.E. Y GRANADOS-SOTO, V. 2001. Participación de la ciclooxigenasa-1 en el dolor inflamatorio. *Universidad y Ciencia* 17 (34), 73-81.
- TUBARO, A., DRI, P., MELATO, M., MULAS, G., BIACHINI, P., DEL NEGRO, P., & DELLA LOGGIA, R. 1986. In the croton oil ear edema test the effects of non steroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs) are dependent on the dose irritant. *Agents Actions* 19, 371-373.
- WINTER, C. A., RISLEY, E. A. & NUSS, G. W. 1962. Carrageenin-induced edema in hind paw of the rat as an assay for antiinflammatory drugs. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* 111, 544-547.

Macroalgas de la plataforma insular cubana como fuente de extractos bioactivos

The seaweed of Cuban's shelf as source of bioactive extracts

Olga Valdés-Iglesias¹, Nereida Díaz¹, Yoania Cabranes¹, Martha E. Acevedo¹, Arsenio J. Areces², Lourdes Graña², Cecilia Díaz¹

¹Departamento de Bioactivos y Productos Naturales Marinos, IdO, Loma y 37, Nuevo Vedado, CP 10600, La Habana, Cuba. e-mail: cebimar@infomed.sld.cu.

²Instituto de Oceanología, Ave. Ira. No. 18406, Rpto. Flores, Playa, C.P. 12100, La Habana, Cuba. e-mail: areces@oceano.inf.cu.

Resumen

Cuarenta y cinco especies de algas marinas cubanas colectadas en 2 macrozonas en las costas norte y sur del archipiélago cubano, fueron ensayadas a partir de la preparación de 63 extractos con relación a su toxicidad frente al ensayo alternativo con nauplios de *Artemia salina* (MICHAEL, THOMPSON & ABRAMOVITZ, 1956) y la prueba de intercalante de ADN (MIRAVET *et al.*, 1989). Del total de extractos resultaron muy tóxicos el 33.8 % y moderadamente tóxicos el 52,3 %. El resto resultó no tóxico. De ellos respondieron positivamente a la prueba de intercalantes del ADN, sólo 11 extractos, fundamentalmente los extractos etanólicos y 6 de ellos fueron seleccionados para su evaluación como antitumorales. La composición química de los extractos crudos fue analizada con referencia al contenido de proteínas, lípidos y azúcares totales. En general, en los extractos de algas rojas predominan los polisacáridos mientras que en los extractos de algas pardas y verdes son las proteínas solubles la fracción dominante.

Abstract

Forty five species of Cuban seaweed species collected in two zones in the North and South coasts of the Cuban island, were taken as raw materials from the preparation of 63 extracts. This extracts were tested with relationship to their toxicity with of the alternative Test with *Artemia salina* nauplios (MICHAEL, THOMPSON & ABRAMOVITZ, 1956) and the test of DNA interchange (MIRAVET *et al.*, 1989). Of the total of extracts were very toxic the 33.8% and moderately toxic 52,3%. The rest of the extracts were not toxic. Only 11 extracts answered positively to the DNA interchanges test, mainly the ethanolics extracts and 6 of them were choosing to evaluation as antitumorals. The chemical composition of the raw extracts was analyzed with reference of the content of proteins, lipids and total sugars. In general, in the extracts of red algae was observed a prevalence of the polysaccharides fraction while in those of brown and green seaweed are the soluble proteins, the dominant fraction.

Palabras clave: macroalgas, *Artemia salina*, extractos bioactivos, plataforma insular, Cuba.

Key words: seaweed, *Artemia salina*, bioactive extracts, island shelf, Cuba.

INTRODUCCIÓN

Los organismos marinos se han revelado como una fuente importante de sustancias bioactivas de gran valor para el tratamiento de numerosas enfermedades por sus propiedades terapéuticas (moléculas antivirales, antiinflamatoria, antioxidantes, antibióticos, entre otros), han sido identificados cerca de 600 nuevos metabolitos de origen marino (SCHMITZ, BOWDEN, & TOHL, 1993; DILORENZO, 1993). Dentro de ellos, las algas son capaces de producir una increíble diversidad de metabolitos secundarios que les ha permitido so-

brevivir en un medio muy competitivo. La biodiversidad de las especies de algas marinas, junto a la diversidad química encontrada en cada especie, constituye un recurso prácticamente ilimitado que puede ser utilizado de forma beneficiosa, para el desarrollo de biofármacos antitumorales, antivirales y antibióticos.

La evaluación primaria de los extractos biológicos puede emprenderse mediante ensayos biológicos alternativos toxicológicos con invertebrados en etapas tempranas de desarrollo, como el descrito por MICHAEL, THOMPSON & ABRAMOVITZ (1956), con *Artemia salina*, Leach, que es un método usado en la detección de sustancias con posible actividad biológica, teniendo en cuenta que *A. salina* es un crustáceo marino altamente sensible a las variaciones del medio y a las sustancias farmacológicamente activas. Otro de los métodos usados con estos fines es la prueba de detección de intercalantes del ADN ensayo utilizado para evaluar los extractos con posible acción antitumoral, descrito por STEINBERG, PETERSON, WHITE & MAIESE (1985). Los objetivos del presente trabajo fueron: evaluar las potencialidades como bioactivos de los extractos acuosos e hidroalcohólicos de diversas especies de algas colectadas en la plataforma insular cubana, que difieren en su composición, utilizando para ello dos bioensayos: el método alternativo con *Artemia salina* y la prueba de intercalantes de ADN.

MATERIALES Y MÉTODOS

El muestreo de las algas, cuyos extractos se utilizaron en el tamizaje del presente estudio, fue realizado en dos macrozonas: la Cayería del archipiélago Jardines de la Reina en la región suroriental (SO) de la Isla Grande de Cuba y varios puntos de la zona noroccidental (NO) comprendida entre el río Banes y Punta Hicacos. Las primeras especies se colectaron en un crucero de dos semanas en el barco "Ulises" entre abril y mayo/98, donde se ubicaron 21 estaciones con diferentes características ecológicas en cuanto a fondos, profundidad y batimetría en la zona SO de Cuba, y se colectaron las especies referidas en la Tabla 1. Los restantes muestreos de la zona NO se realizaron entre los meses de mayo/99 y abril/2000 donde se colectaron las especies de la Tabla 2.

Las algas fueron colectadas mediante buceo SCUBA y en apnea, procediéndose a su identificación taxonómica y ubicación en la colección Vaucher del Instituto de Oceanología. Todas las muestras fueron lavadas con agua de mar y separadas manualmente de epifitas y materias extrañas, conservándose en congelación a -20°C .

Con las muestras congeladas se prepararon extractos acuosos e hidroalcohólicos. Los extractos acuosos fueron preparados en proporción 1:2 en buffer fosfato 0,1 M, pH 7,2 de acuerdo con lo referido por SHIOMI, KAMIYA & SHIMIZU (1979) y los restantes extractos en similar proporción, pero con etanol al 95% ppa. Todos los extractos fueron mantenidos en reposo por 24 horas a 10°C , centrifugados, desalinizados con resina intercambiadora mixta, concentrados por rotoevaporación y liofilizados.

Los extractos fueron analizados químicamente mediante los siguientes métodos: Sólidos totales para los extractos líquidos por secado en estufa a 105°C hasta peso constante, proteínas solubles por método de LOWRY, ROSEBROUGH, FARR & RANDAL (1951), azúcares totales por el método de Fehol-Sulfúrico (DUBOIS, GILLES, HAMILTON, REBERS & SMITH, 1956) y lípidos totales por extracción con solventes según BLIGH & DYER (1959) y su cuantificación colorimétrica por reacción con dicromato de potasio en medio ácido según HELLESBURT & CRAIGIE (1978).

Para el ensayo de *Artemia salina*, de acuerdo con el procedimiento descrito por MEYER, FERIGNI, PUTMAN, JACOBSEN, NICHOLS & MC. LAUGHLIN (1982), se utilizó una cámara de dos com-

partimentos con agua de mar artificial, convenientemente oxigenada y a una temperatura entre 20-30°C. En el compartimiento menor y oscuro se añadieron 25 mg de huevos de *A. salina*, mientras que a la otra recámara mayor e iluminada, migrarán las larvas después de la eclosión. Para cada extracto se realizaron 3 réplicas de concentración (1000, 100 y 10 mg /ml) y un control con el medio empleado para la extracción. A cada vial se le añadieron 50 ml de solución de levadura y 50 ml de dimetil sulfóxido (DMSO), incluyendo a los controles y se llevaron a un volumen final de 5 ml. A las 48 horas, fueron transferidas 10 larvas a cada vial y se mantuvieron iluminados por 24 horas más. Pasado ese tiempo se cuantificaron los nauplios sobrevivientes y se detectó la supervivencia del 50% de la especie a las 24 horas en el medio salino, con este resultado se calculó la Dosis Letal Media (DL50) de cada extracto. El experimento se consideró válido si el por ciento de mortalidad en los controles no excedió el 10 %. De esta forma, el grado de toxicidad del extracto fue definido en función del rango en que se encuentren los valores de la DL50 de acuerdo con las siguientes categorías:

Dosis del extracto (mg /ml)	Categoría
<10	Extremadamente tóxico
entre 10 y 100	Muy tóxico
entre 100 y 1000	Moderadamente tóxico
>1000	No tóxico

Los resultados para cada dosis empleada fueron procesados por el programa de LITCHFIELD & WILCONSON (1949).

Para realizar el ensayo para la detección de intercalante del ADN, se preparó un medio de cultivo sólido (medio marino) de acuerdo con STEINBERG *et al*, (1985) y modificado por MIRAVET, LUGIOYO, MORETA Y FERNANDEZ (1994) y se adaptó la bacteria luminiscente *Photobacterium leiognathi* mutada, procedente de la colección del Instituto de Oceanología, sembrada por diseminación y después de tres diluciones de la siembra. Una vez listo el medio, se colocaron discos de papel absorbente estériles de 10 mm de diámetro impregnados con 20 ml de soluciones patrones conocida por su acción intercalante y otros discos impregnados con una solución de los extractos crudos de algas diluidos a una concentración aproximada de 20 mg/ml. Las placas fueron entonces incubadas a 28-30°C durante 24 horas, momento en que fue detectado el halo de inhibición en la oscuridad para las muestras con actividad intercalante como resultado positivo de este ensayo, las que no presentaron luminiscencia fueron negativas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados de la evaluación química de los extractos: En las Tablas 1 y 2 aparece la composición química de los extractos crudos; en los extractos de algas verdes, considerados muy tóxicos, predomina la naturaleza proteica mientras que en los extractos de algas rojas el componente mayoritario son los polisacáridos. En el 71% de los extractos de algas pardas son mayoritarios los polisacáridos, en el 14 % las proteínas solubles y en el resto los lípidos son la fracción dominante. En los extractos de algas verdes, que resultaron moderadamente tóxicos en el bioensayo con *A. salina*, predominó la fracción proteica, como el componente primario en el 100% de los extractos, a diferencia de los restantes donde no hubo regularidad en la naturaleza química. En general, los compuestos de na-

turaliza proteica son mayoritarios en las algas verdes y al parecer tributarios de su bioactividad, mientras que en los extractos de algas rojas y pardas son los polisacáridos los que parecen conducir esta propiedad. FERNANDEZ, VALIENTE, MAINARDI, BELLO, VÉLEZ Y ROSADO (1989) demostraron la actividad antitumoral del polisacárido tipo agar de *Gracilaria domingensis* y se ha demostrado también que los glucopéptidos pueden ser las entidades químicas responsables de la actividad antitumoral por intervenir como inhibidores de la síntesis de la célula tumoral (LEHNINGER, NELSON, & COX, 1998). Otros autores señalan los efectos antitumorales y antivirales de los polisacáridos de origen marino (THOMSON & FOWLER, 1981, SHEU, WANG, SUNG & DUH, 1999).

Especies	Estación de Colecta	Conc.Prot. Solubles (mg/ml)	Conc. Azúcares Totales (mg% ± DS)	Lípidos totales (mg%)
CHLOROPHYTAS				
<i>Cladophoropsis membranacea</i>	17	19,87	75.63 ± 2.61*	1.714
<i>Riphocephalus phoenix</i>	2	21,14	26.60 ± 3.27	0.98
<i>Riphocephalus phoenix</i>	4	18,81	15.95 ± 0.59	2.94
<i>Penicillus dumetosus</i>	11	67,12	29.81 ± 2.075	9.84
<i>Penicillus capitatus</i>	14	97,32*	19.62 ± 1.02	17.83
<i>Udotea cyathiformis</i>	2	8,50	25.63 ± 1.12*	11.36
<i>Udotea wilsonii</i>	15	21,40*	14.12 ± 1.86	-
<i>Halimeda incrassata</i>	2	27,24*	6.23 ± 1.22	2.38
<i>Halimeda incrassata</i>	6	30,30	32.94 ± 2.01*	0.38
<i>Halimeda goireauri</i>	13	36,97*	6.26 ± 0.78	13.02
RHODOPHYTAS				
<i>Acantophora spicifera</i>	6	3,89	19.40 ± 3.72*	2.61
<i>Acantophora spicifera</i>	19	2,42	28.06 ± 3.07*	0.618
<i>Galaxaura oblongata</i>	19	4,60	90.67 ± 2.25*	3.21
<i>Amphyroa fragilissima</i>	4	3,55	45.81 ± 5.12*	8.26
<i>Amphyroa tribulus</i>	8	4,74	19.93 ± 0.75*	18.76*
<i>Laurencia.obtusa</i>	8	5,74	34.04 ± 3.26*	6.36
<i>Laurencia.obtusa</i>	12	5,55	47.33 ± 2.23 *	0.061
PHAEOPHYTAS				
<i>Dyctiota cervicornis</i>	1	5,89	4.83 ± 0.15	2.79
<i>Dyctiota mertensii</i>	8	2,69	4.71 ± 0.46	0.36
<i>Dyctiota humifusa</i>	15	2,65	20.87 ± 0.23*	9.6
<i>Sargassum. platycarpum</i>	17	3,28	8.34 ± 0.27	2.82
<i>Styopodium zonale</i>	5	8,62	13.49 ± 0.39*	8.30
<i>Styopodium zonale</i>	8	1,28	14.96 ± 0.77*	7.62
<i>Turbinaria turbinata</i>	12	2,83	21.15 ± 1.31*	12.04
<i>Lobophora variegata</i>	5	3,22	11.87 ± 1.42	13.95*

Tabla 1. Composición química media de los extractos acuosos de las algas de la zona SO*
Table 1. Average of chemical composition of seaweed extracts from SO area* (*n= 3)

La naturaleza química de los extractos de las algas varió también en relación con el solvente utilizado en la extracción así como la estación de colecta, e influyó en los resultados de la evaluación toxicológica, pues en dependencia las características químicas del principio activo responsable de la actividad de los extractos, así será su comportamiento toxicológico. Con relación a la fracción lipídica son pocos los extractos donde esta fracción predomina sin embargo se encontraron extractos de algunas especies como *Acanthophora spicifera* con niveles tan altos como 84,25 mg %.

Especies	Tipo de Extracto	Proteínas	Hidratos de carbono	Lípidos
CHLOROPHYTAS				
<i>Ulva fasciata</i>	A	0.00	7.45	24.24
<i>Ulva fasciata</i>	E	13.40	33.50	67.10
<i>Codium taylorii</i>	A	22.00	3.00	4.13
<i>Codium taylorii</i>	E	33.00	16.36	23.00
<i>Halimeda opuntia</i>	E	3.97	1.08	0.07
<i>Udotea flabellum</i>	A	72.00	10.01	34.77
<i>Udotea flabellum</i>	E	43.96	5.56	18.24
<i>Enteromorpha intestinalis</i>	A	13.40	5.50	17.57
RHODOPHYTAS				
<i>Laurencia gemmifera</i>	A	7.00	9.01	23.60
<i>Acanthophora spicifera</i>	A	13.10	12.45	84.25
<i>Gracilaria sp.</i>	A	32.20	17.15	1.20
<i>Laurencia obtusa</i>	A	19.20	33.62	1.25
<i>Laurencia poiteaui</i>	A	64.00	21.16	6.25
<i>Laurencia poiteaui</i>	E	27.00	6.66	10.11
<i>Laurencia papillosa</i>	A	23.00	20.42	1.30
<i>Laurencia sp.</i>	A	3.33	0.42	60.02
<i>Gracilaria dominguensis</i>	A	0.17	0.48	1.08
<i>Gracilaria domingensis</i>	E	0.88	0.56	0.73
<i>Hypnea musciformis</i>	A	19.40	15.29	1.70
<i>Bryothamnion triquetrum</i>	A	11.40	10.70	13.06
<i>Tricleocarpa fragilis</i>	A	42.00	22.96	7.89
<i>Tricleocarpa fragilis</i>	E	6.52	1.94	2.73
<i>Ceramium nitens</i>	A	79.60	13.26	9.21
<i>Ceramium nitens</i>	E	5.21	0.60	3.62
PHAEOPHYTAS				
<i>Dyctyota sp</i>	E	16.51	8.24	5.28
<i>Dyctioteris justii</i>	A	56.10	33.12	20.50
<i>Dyctioteris justii</i>	E	11.00	67.82	30.80
<i>Padina pavónica</i>	A	51.60	12.91	9.60
<i>Padina pavónica</i>	E	9.10	2.85	18.91
<i>Sargassum fluitans</i>	A	56.20	19.60	19.94
<i>Sargassum fluitans</i>	E	31.00	6.64	27.07

Tabla 2. Caracterización química media de los extractos crudos de las algas colectadas en la zona NO. (cantidades en mg%)(A=acuosa, E=etanol) n= 3

Table 2. Average of the chemical characterization of seaweed extracts collected in NO area (quantities in mg%)(A=acuosa, E=etanol) n= 3

En la comunidad marina, muchas especies de algas producen metabolitos secundarios capaces de actuar sinérgicamente en el desarrollo de la resistencia a los herbívoros, HAY & FENICAL (1992) estudiaron la variedad de metabolitos secundarios que pueden ser producidos por numerosos géneros de la familia Dictyotaceae y en especies del género *Laurencia* como efectiva defensa para disuadir el ataque de herbívoros como erizos, anfípodos y pequeños peces y que son entidades moleculares capaces de combatir enfermedades de origen viral y tumoral que atacan al hombre. Fluorotaninos, flavoenoides, pequeños péptidos, oligosacáridos y otras entidades han sido identificadas (PAUL & FENICAL, 1987; PAUL & VAN ALSTTYNE, 1988).

Resultados de los ensayos de toxicidad con *A. salina*: Los resultados de los análisis de toxicidad de los extractos se muestran en las Tablas 3, 4 y 5. Del total de las especies colectadas el 33,8 % de los extractos se consideró como muy tóxicos, de ellos el 22,2 % se corresponden con las especies Chlorophytas, el 5.04% con las Rhodophytas y el 5.67 %

Especies	Estaciones de colecta	Tipo de extracto	Toxicidad observada CL ₅₀ (mg/ml)
<i>Cladophoropsis membranacea</i>	17	(A)	36.46
<i>Cladophoropsis membranacea</i>	19	(A)	304.93
<i>Riphocephalus phoenix</i>	2	(A)	46.30
<i>Riphocephalus phoenix</i>	4	(A)	32.69
<i>Penicillus capitatus</i>	14	(A)	23.44
<i>Penicillus dumetosus</i>	11	(A)	59.97
<i>Udotea flabellum</i>	14	(A)	41.22
<i>Udotea flabellum</i>		(E)	41.22
<i>Udotea cyathiformis</i>	2	(A)	89.74
<i>Udotea wilsonii</i>	15	(A)	361.97
<i>Halimeda incrassata</i>	2	(A)	25.27
<i>Halimeda incrassata</i>	6	(A)	92.57
<i>Halimeda goireauri</i>	13	(A)	22.55
<i>Halimeda opuntia</i>	1	(E)	92.57
<i>Halimeda copiosa</i>	7	(A)	163.86
<i>Halimeda opuntia</i>	15	(A)	190.86
<i>Halimeda tuna</i>	1	(A)	242.58
<i>Codium taylorii</i>	1	(E)	53.90
<i>Codium taylorii</i>	1	(A)	113.23
<i>Ulva fasciata</i>	4	(A)	91.81
<i>Avranvillea longicaulis</i>	20	(A)	185.24
<i>Valonia macrophysa</i>	14	(A)	208.29
<i>Briopsis plumosa</i>	5	(A)	123.96
<i>Enteromorpha intestinalis</i>	1	(A)	267.41

Tabla 3. Resultado de la toxicidad observada para los extractos de algas Chlorophyta estudiados en las dos zonas de colecta

Table 3. Results of the toxicity observed for the extracts of Chlorophyta seaweed studied in the two collection areas

Especies	Estaciones de colecta	Tipo de extracto	Toxicidad observada CL ₅₀ (mg/ml)
<i>Acantophora spicifera</i>	6	(A)	81.79
<i>Acantophora spicifera</i>	19	(A)	58.96
<i>Acantophora spicifera</i>	1	(A)	551.66
<i>Tricleocarpa fragilis</i>	3	(E)	18.13
<i>Galaxaura oblongata</i>	19	(A)	75.34
<i>Amphyroa fragilissima</i>	4	(A)	14.55
<i>Amphyroa tribulus</i>	8	(A)	62.42
<i>Laurencia papillosa</i>	4	(A)	189.24
<i>Laurencia.obtusa</i>	8	(A)	61.81
<i>Laurencia.obtusa</i>	12	(A)	20.86
<i>Laurencia.obtusa</i>	17	(A)	206.35
<i>Laurencia.obtusa</i>	6	(A)	244.31
<i>Laurencia.obtusa</i>	6	(E)	316.26
<i>Laurencia gemmifera</i>	2	(A)	100.00
<i>Laurencia poiteaui</i>	8	(A)	187.15
<i>Gracilaria dominguensis</i>	5	(A)	2179.23
<i>Ceramium nitens</i>	3	(E)	143.15
<i>Hypnea musciformis</i>	1	(A)	144.25
<i>Bryothamnion triquetrum</i>	1	(A)	4066.31
<i>Bryothamnion triquetrum</i>	1	(E)	264.12
<i>Coetrotionix irregularis</i>	8	(A)	209.92
<i>Gracilaria bloggetti</i>	1	(A)	176.24

Tabla 4. Resultado de la toxicidad observada para los extractos de algas Rhodophyta estudiados en las dos zonas de colecta

Table 4. Results of the toxicity observed for the extracts of Rhodophyta seaweed studied in the two collection areas

con las Phaeophytas. Resultaron moderadamente tóxicos el 52,38 % de los extractos, mayoritariamente los extractos de las algas rojas. Haciendo otro análisis de los resultados, los extractos de las algas colectadas en la zona NO resultaron ser en su mayoría moderadamente tóxicos, mientras que las muestras tomadas en la zona SO en el archipiélago de Jardines de la Reina mostraron mayor toxicidad, quizás debido también a su composición por géneros. Las especies de algas verdes son bioindicadoras de la contaminación marina y acumuladoras por excelencia de sustancias tóxicas. Pueden ser capaces de metabolizar dichos contaminantes para producir metabolitos de alto valor como bioactivos con naturaleza peptídica fundamentalmente. Del total de extractos de algas rojas, resultaron moderadamente tóxicos 16 extractos, y de las pardas 8 tóxicos y 7 moderadamente tóxicos según esta prueba.

Numerosos autores señalan la utilidad del ensayo de toxicidad con *A. salina* para determinar la bioactividad de los extractos de productos naturales. SOLIS, WRIGHT, ANDERSON, GUPTA & PHILLIPSON (1992), determinaron la correlación existente entre los resultados obtenidos en la evaluación por el citado método de extractos y sustancias puras de origen natural con la actividad antitumoral frente a células KB (carcinoma faríngeo humano). Asimismo, FRANSSEN, SMEIJSTERS, BERGER & MEDINILLA, (1997) demostraron

Especies	Estaciones de colecta	Tipo de extracto	Toxicidad observada CL ₅₀ (mg/ml)
<i>Dyctiota cervicornis</i>	1	(A)	69.74
<i>Dyctiota mertensii</i>	8	(A)	37.26
<i>Dyctiota mertensii</i>	9	(E)	187.15
<i>Dyctiota humifusa</i>	15	(A)	16.75
<i>Dyctiotes justii</i>	5	(A)	91.30
<i>Lobophora variegata</i>	5	(A)	97.27
<i>Padina pavonica</i>	1	(A)	252.75
<i>Padina pavonica</i>	1	(E)	763.76
<i>Sargassum fluitans</i>	7	(A)	975.16
<i>Sargassum polyceriatum</i>	17	(A)	141.77
<i>Sargassum hystrix</i>	16	(A)	193.26
<i>Sargassum platycarpum</i>	17	(A)	92.30
<i>Styopodium zonale</i>	5	(A)	21.94
<i>Styopodium zonale</i>	8	(A)	23.54
<i>Styopodium zonale</i>	1	(A)	295.99
<i>Turbinaria turbinata</i>	12	(A)	16.24

Tabla 5. Resultados de la toxicidad media observada para los extractos de algas Phaeophyta estudiados en las dos zonas de colecta

Table 5. Results of average of the toxicity observed for the extracts of algae Phaeophyta studied in the two collection area

con este método el efecto antiplasmodial de varias plantas usadas tradicionalmente en Guatemala contra la malaria. GUERRERO Y ROBLEDO (1993) condujeron el análisis de toxicidad de 49 extractos de plantas endémicas con el bioensayo de letalidad de *A. salina*, de los cuales el 80% manifestó actividad antibacteriana.

La citotoxicidad de los extractos algales ha sido motivo de numerosas patentes que protegen su acción, especialmente estructuras como monoterpenos de algas rojas con acción frente a células tumorales, frente a varios tipos de herpes y como inhibidores enzimáticos (Pat. USA No. 4,162,308 y 4,162,309), lo que demuestra la potencialidad de las algas como fuente de sustancias bioactivas.

Resultados del ensayo de Intercalantes de ADN: De los extractos de algas muestreadas solamente 11 respondieron positivamente al ensayo de intercalantes de ADN como se muestra en la Tabla 6. El mecanismo de acción de muchos antitumorales responde positivamente a este efecto como por ejemplo la Ecteinascidina, una familia de productos aislados de *Ecteinascidia turbinata* citada por RINEHART (2000) que se caracterizan por ser moléculas pequeñas con gran actividad antitumoral cuyo mecanismo de acción es precisamente interferir en la estructura del ADN de la molécula del tumor. Estos extractos constituyen sólo el 17% de los analizados y es un testimonio más de la potencialidad de las macroalgas marinas cubanas para su uso como fuente de bioactivos con actividades más específicas como antitumorales y antivirales.

Especies	Resultado de la Prueba de Intercalante de ADN
CHLOROPHYTA	
Muy Tóxicas	
<i>Ulva fasciata</i> (A)	X
<i>Halimeda opuntia</i> (E)	X
<i>Udotea flabelum</i> (E)	X
Toxicidad Moderada	
<i>Enteromorpha intestinalis</i> (A)	X
<i>Codium taylorii</i> (E)	X
RHODOPHYTA	
Toxicidad Moderada	
<i>Laurencia obtusa</i> (A)	X
<i>Bryothamnion triquetrum</i> (E)	X
<i>Galaxaura oblongata</i> (E)	X
No tóxicas	
<i>Bryothamnion triquetrum</i> (A)	X
PHAEOPHYTA	
Muy Tóxicas	
<i>Dyctiotes justii</i> (A)	X
Toxicidad Moderada	
<i>Dyctiota mertensis</i> (E)	X
<i>Padina</i> sp. (E)	X

Tabla 6. Resultados de la evaluación de los extractos como intercalantes de ADN
Table 6. Results of evaluation of the extracts as interchanges of DNA

Consideraciones finales: En las algas de la plataforma insular cubana existe un potencial amplio de compuestos, que pueden ser evaluados como bioactivos por su posible acción antitumoral, inmunomoduladora y/o antiviral, debido a la toxicidad demostrada frente a los ensayos alternativos con *A. salina* e intercalante del ADN frente la bacteria luminiscente *Photobacterium leiognathi*.

La composición química de los extractos de algas fue diferente de acuerdo a los grupos de algas de procedencia: En el 71% de los extractos de algas pardas son mayoritarios los polisacáridos, en el 14 % las proteínas solubles, en los extractos de algas verdes, que resultaron moderadamente tóxicos en el bioensayo con *A. salina*, predominó la fracción proteica, como el componente primario en el 100% de los extractos, y en los extractos de algas rojas el componente mayoritario son los polisacáridos.

AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento al MSc. Rafael Tizol del Centro de Investigaciones Pesqueras por facilitarnos los huevos de *Artemia salina*. A los investigadores y técnicos de los Dpto. de Biología Marina y en especial al técnico en buceo Ly de Bioactivos Marinos y Productos Naturales por su ayuda en la realización de este trabajo.

BIBLIOGRAFIA

- BLIGH, E.G. & W.J. DYER. 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal Biochem. Physiol.* 37(8).
- DIORENZO A.M. 1993. Effects of algae extracts from New York/New Jersey Coast line, USA on cultured mammalian cells in *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 51(3):367-373.
- DUBOIS, M.; K.A. GILLES; J.K. HAMILTON & P.A. REBERS ; F. SMITH. 1956. Colorometric method for determination of sugars and related substances. *Anal. Chemistry* 28: 350-356.
- ELIESPURO, R.K. & R.J. WHITE. 1983. Biochemical phophage induction. A rapid test for antitumor agents that interact with DNA. *Cancer Research* 43: 2819-2830.
- FRANSSSEN, F.F.J.; L.J.J. W. SMEIJSTERS, I. BERGER & B. MEDINILLA. 1997. *In vivo* and *in vitro* antiplasmodial activities of some plants traditionally used in Guatemala against malaria. *Antimicrobial agents and Chemotherapy*. July, 1500-1503.
- FERNANDEZ, L.E.; J. VALIENTE; V. MAINARDI; J.L. BELLO; H.VÉLEZ & AA. ROSADO. 1989. Isolation and characterization of antitumor agar type polysaccharides of *Gracilaria domingensis* . *Carboh. Research* 2(4): 80-87.
- GUERRERO, R.O. Y I. ROBLEDO. 1993. Endemic plants of Puerto Rico: Brine shrimp lethality and antibacterial activity. *PRHSJ*. Vol. 12 No. 4
- HAY, M.E. & W. FENICAL. 1992. "Chemical mediation of seaweed. herbivore interactions", Plant Animal Interactions in Marine Benthos (D.M. John). *Systematic Ass. Special*. Vol. No 36 pág. 319-33.
- HELLEBUST J.A. & CRAIGIE J.S. 1978. Handbook of Phycological Methods. Ed. por Cambridge Univ. Press, pag. 109-131.
- LEHNINGER, A.I., D. NELSON & M. COX. 1998. *Principles of Biochemistry*, II Edición, Worth Publisher, Canada, 1013 pag.
- LITCHFIELD, J.J. & F. WILCONSON. 1949. A simplified method of evaluating dose-effect experiments. *J.PHARMAC. EXP. THER.* 96: 99-113.
- LOWRY H.O.; N.J. ROSEBROUGH; A.L. FARR, & R.L. RANDAL. 1951. Enhanced alkaline copper (Lowry protein assay). *J. Biol. Chem.* 193, 265.
- MEYER, B.N; N.R. FERRIGNI; J.E. PUTMAN; L.B. PUTMAN; L.B. JACOBSEN; D.E. NICHOLS & J.L. MC. LAUGHLIN. 1982. Brine Shrimp: A convenient general bioassay for active plant constituents. *Journal of Medical Plant Research*, 45: 31-34.
- MICHAEL, A., C.G. THOMPSON & M. ABRAMOVITZ. 1956. *Artemia salina* as a test organism for bioassay. *Science* 123, 464.
- MIGLIORE, L.; C. CIVITAREALE; G. BRAMBILLA & G. D. DI DELUPIS. 1997. Toxicity of several important agricultural antibiotics to *Artemia*. *Wat. Res.* 31(7): 1801-06.
- MIRAVET, M.E., M. LUGIOYO, N. MORETA Y L. E. FERNANDEZ. 1994. Metodología para la detección de agentes antitumorales potenciales (Inédito). *Informe Final de Investigación*, Fondos de la Biblioteca IdO.
- PAUL, V. J. & W. FENICAL. 1987. Natural products chemistry and chemical defense in tropical marine algae of the phylum Chlorophyta. En *Bioorganic Marine Chemistry* (P. Sheuer, ed) Vol.1, pág. 1-29, Springer Verlag, Berlin.
- PAUL, V. J. & K.L. VAN ALSTYNE. 1988. Chemical defense and chemical variation in some tropical Pacific species of *Halimeda*. *Coral Reef*, 6, 263-70.
- RANDALL, S.M. 1995. *Artemia salina* as test organism for measuring superoxide-mediated toxicity. Free radical "Biology & Medicine". 18 (5), 919-922.
- RINEHART, K.L. 2000. Antitumor compounds from tunicates. *Med. Res.Rev.* Enero; 20(1):1-27.
- SOLIS, P.N., WRIGHT, C.W., ANDERSON M. M., GUPTA, M.P. & PHILLIPSON, J. D. 1993. A microwell cytotoxicity assay using *Artemia salina* (Brine shrimp). *Plnta Med.* 59.
- SCHMITZ, F.J.; BOWDEN, B.F. & TOHL S.I. 1993. *Antitumor and cytotoxic compounds from marine organisms in Marine Biotechnology. Pharmaceutical and bioactive natural products*. Attaway D.H.; Zabrsky O.R. Eds. New York, Ny USA Plenum Press. 1:197-308.
- SHEU JH, WANG GH, SUNG PJ, & DUH CY. 1999. New cytotoxic oxygenated fucosterols from the brown alga *Turbinaria conoides*. *J Nat Prod*, Feb; 62 (2):224-7.
- SHIOMI, K.H. KAMIYA, & Y. SHIMIZU. 1979. Purification and characterization of an agglutinin in the red alga *Agardhiella tenera*. *Biochim. and Biophys. Acta* 576, 118-127.
- STEINBERG, P.A., G.A. PETERSON, R.J. WHITE, & W. M. MAIESE. 1985. The stimulation of bioluminescence in *Photobacterium leiognathi* as potential prescreen for antitumor agents. *J. of Antibiotics* vol. XXXVIII, No. 10: 1401-1407 p.

Selección de una bacteria marina productora de tensioactivos e identificación de su naturaleza química

Selection of producing surfactant marine bacteria and identification of their chemical nature

Eudalys Ortiz, Mario Villaverde, Roberto Núñez, Vivian Almazán, Yoania Cabranes, Tamara García y Roberto Rodríguez Roque

Instituto de Oceanología, Ave 1ª, n°. 18406, Rpto. Flores, C.P. 12100, La Habana, Cuba.

Resumen

En el presente trabajo se realizó la selección de bacterias productoras de tensioactivos a partir de cultivos de 76 cepas de la Colección de Bacterias Marinas del IDO. La selección de los microorganismos se basó en los resultados del crecimiento y producción de tensioactivos en un medio de cultivo con la sustitución de algunos de sus componentes, por materias primas de bajo costo y/o disponibilidad en Cuba. La sustitución de las fuentes de carbono, nitrógeno, fósforo y factores de crecimiento en el medio de cultivo por materias primas menos puras y más asequibles, no produjo una afectación sensible en la producción de tensioactivos para las cepas IDO-60 e IDO-264 y en menor medida en IDO-92. En estas condiciones se seleccionó la cepa IDO-60 que produce un tensioactivo de naturaleza lipopeptídica, similar al obtenido en el medio de cultivo original.

Abstract

Presently work was carried out the selection of biosurfactant producing bacteria s from cultures of 76 strains of the Collection of Marine Bacterias of Oceanology Institute. The selection of the microorganisms was based on the results of the growth and surfactant production in the cultivation media with the substitution of some of its components, for matter cousins of low cost and/or readiness in Cuba. The substitution of the sources of carbon, nitrogen, phosphorus and growth's factors in the cultivation media for matters less pure and more affordable cousins, it didn't produce a sensitive affectation in the surfactant production for the strains IDO-60 and IDO-264 and smaller measure in IDO-92. Under these conditions the strain IDO-60 was selected because produces a lipopeptid surfactant, similar to the one obtained in the original cultivation media.

Palabras clave: Bacteria marina, biotensioactivo

Key Words: marine bacteria, biosurfactant

INTRODUCCIÓN

Los métodos tradicionales de extracción de petróleo sólo logran recuperar una parte del crudo presente en el yacimiento, esto hace que habitualmente se considere como “campos agotados” aquellos que todavía poseen una porción importante del petróleo atrapado en las rocas. La búsqueda de procedimientos para incrementar la extracción del petróleo, condujo al empleo de métodos biotecnológicos como parte de la solución de este problema. La recuperación mejorada de petróleo está determinada por la producción microbiana de tensioactivos, ácidos, gases y/o polímeros, capaces de incrementar los niveles de extracción del crudo.

Además, dichos procedimientos se corresponden con la tendencia actual de controlar el uso de productos obtenidos por síntesis química, los cuales están siendo desplazados cada vez más por productos naturales, en general biodegradables y menos tóxicos.

La obtención de compuestos de interés a partir de materias primas de bajo costo o de residuos industriales posibilitan abaratar los costos de producción. En el presente trabajo nos propusimos diseñar un medio de cultivo con el cual se mantengan las propiedades tensoactivas de las cepas seleccionadas, y determinar la naturaleza química del tensoactivo obtenido.

MATERIALES Y MÉTODOS

Microorganismos empleados: Se utilizaron 76 cepas de la Colección de Bacterias Marinas del IDO, identificadas anteriormente como presuntas productoras de sustancias tensoactivas.

Condiciones de Fermentación: Para llevar a cabo la selección inicial en los cultivos agitados se utilizó un medio salino basal (ORTIZ, 1998). Las cepas seleccionadas se probaron en diferentes variantes del medio de cultivo para sustituir alguno de sus componentes por materias primas de bajo costo y disponibilidad en Cuba. Todas las experiencias fueron realizadas en zaranda orbital rotatoria (Bioblock) a 30 °C y 125 r/min por 24 horas.

Determinaciones analíticas: El crecimiento microbiano fue determinado por densidad óptica a 650 nm. La producción de tensoactivos fue estimada mediante las mediciones de la tensión superficial (TS) y la tensión interfacial (TI) empleando combustible diesel como fase oleosa, por el método del anillo de Du Noüy, en un tensiómetro semiautomático (Krüss).

Caracterización Química: Los experimentos de aislamiento e identificación se llevaron a cabo a partir de muestras liofilizadas de caldos libres de células, obtenidos por centrifugación a 700xg, durante 20 minutos a 4°C, en una centrífuga refrigerada Beckman J2-H5.

El polvo liofilizado, disuelto en agua destilada, se acidificó según la metodología descrita por DESAI Y BANAT (1997). La obtención del producto activo se realizó mediante tres extracciones sucesivas del precipitado, con mezcla Folch (cloroformo/metanol (2:1,(v/v))). La fase orgánica se concentró para su posterior purificación.

Mediante cromatografía en capa fina (CCF) (sílica gel G 60 F254, 0.25mm, 20x20cm), con el sistema de solvente de COOPER Y PADDOCK (1984) se determinó actividad superficial y naturaleza química de los compuestos obtenidos, según la metodología descrita por ALMAZAN (2001).

Los biotensoactivos identificados por CCF se sometieron a espectroscopía UV-Visible (Shimadzu UV-160^a)

Análisis estadísticos: Para la selección de las cepas con mayor actividad superficial se realizó un análisis de estadística descriptiva. Los rangos de clase se calcularon según LOPEZ PLANES (1988), se representaron las frecuencias absoluta y las frecuencias acumulativas relativas. Para el procesamiento estadístico de los datos se utilizó un análisis de varianza de clasificación simple y la prueba de comparación de medias, de rangos múltiple de Duncan. Todas las experiencias fueron llevadas a cabo por triplicado y los datos se procesaron con el programa Microsoft Excel 7.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los caldos fermentados de bacterias de origen marino, evaluados en la experiencia, demostraron la reducción de TS y TI con respecto al control de medio de cultivo estéril (TS= 52.7 mN/m y TI= 18.6 mN/m respectivamente). Sin embargo, no hubo una total correspondencia entre ambas variables de manera que sólo un 35,6% mostró una notable

disminución de la TS ($TS < 29,5$ mN/m), mientras que el 15,8 % alcanzó TI menores o iguales a 1 mN/m, que son notablemente bajos en relación con el control.

Las tensiones superficial e interfacial caracterizan la actividad superficial de los tensioactivos, que por su naturaleza son compuestos capaces de disminuir las fuerzas de repulsión entre sustancias con poca afinidad estructural y desplazar la superficie de mezclas inmiscibles en la dirección de una de las fases, favoreciendo de esta forma, su dispersión. Además los tensioactivos pueden variar la humectabilidad de las rocas, facilitando el desprendimiento del crudo de las mismas y por tanto aumentar la extracción de éste. La efectividad de un tensioactivo en un sistema dado está determinada no sólo por las características de su estructura, sino también por su concentración, lo cual se ve reflejado en los valores de TS y TI.

Es por ello que se realizó el análisis para la selección de las cepas, a partir de la sumatoria de estas dos variables, para tener en cuenta el efecto de ambas. Este criterio no sólo incluye los valores de TS y TI (que dependen en alguna medida de la afinidad por la fase oleosa utilizada) sino también su concentración en el caldo. Resulta evidente entonces la actividad tensioactiva ya que una actividad se ve confirmada por la otra.

En la figura 1 aparece el histograma de la suma de los valores de TS y TI de cada cepa estudiada. Sólo el 17,11% de estas cepas producen sustancias cuya actividad superficial es menor o igual a 30 mN/m. Los caldos que presentan estas características corresponden a las cepas IDO-264, IDO-60, IDO-92, IDO-1, IDO-258, IDO-430, IDO-317, IDO-439, IDO-54, IDO-402, IDO-39, IDO-244 e IDO-419; los cuales fueron seleccionados para los estudios de medio de cultivo.

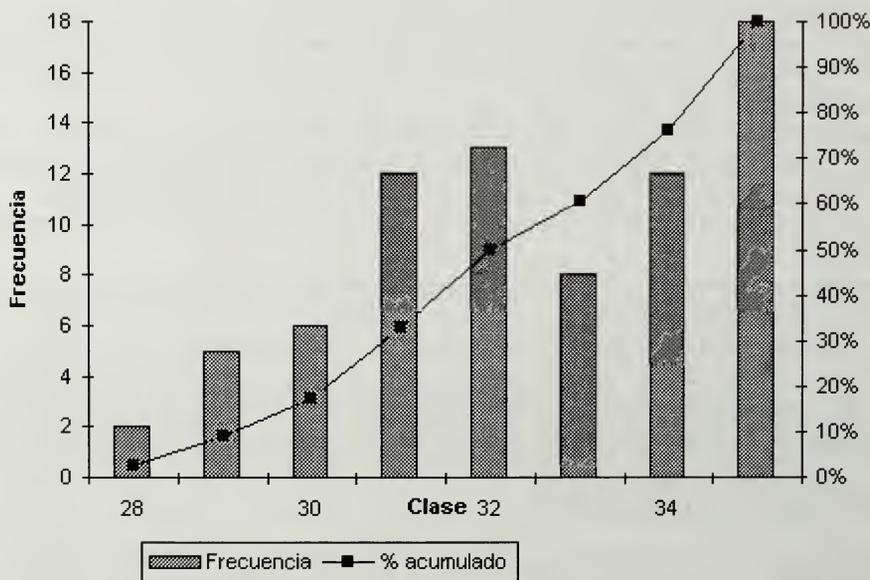


Figura 1. Histograma de sumatoria de las TS y TI de las 76 cepas estudiadas.
 Figure 1. Histogram of suma of the TS and TI of the 76 studied strain.

Tabla 1. Resultados de crecimiento microbiano en medio salino basal y miel.

Table 1. Results of microbial growth in basal media and molasses.

Cepa	60	258	39	439	317	92	430	264	54	419	1	402	244
DO	4,667 ^{ab}	5,283 ^a	3,400 ^c	2,730 ^d	2,353 ^c	2,467 ^c	2,467 ^c	2,567 ^{de}	5,313 ^a	6,130 ^b	2,733 ^d	3,333 ^{cd}	4,300 ^b

En la tabla 1 aparecen los niveles de crecimiento para las 12 cepas seleccionadas en la sustitución del azúcar refinado por mieles finales en el medio de cultivo.

Los resultados muestran que bajo las mismas condiciones de fermentación todas las cepas evaluadas son capaces de utilizar la miel como única fuente de carbono y energía. El análisis estadístico arrojó que existe un grupo de cepas cuyo crecimiento es significativamente diferente con respecto al resto de los microorganismos estudiados. Estas diferencias pueden estar dadas por la sensibilidad de las cepas al efecto de la presencia de inhibidores del crecimiento celular que se encuentran en las mieles finales, puesto que todas mostraron un buen crecimiento en sacarosa como única fuente de carbono y energía.

En la figura 2 se puede apreciar que la miel tiene un efecto notable sobre la actividad metabólica de los cultivos. Unido al efecto de ésta sobre el crecimiento microbiano, se produce en general un aumento significativo en TS y TI, y por tanto una reducción de la actividad superficial, como resultado de la sustitución de la sacarosa por miel en el medio salino. Sin embargo, es necesario destacar que este efecto no es homogéneo. En algunas cepas el crecimiento fue muy abundante, pero la actividad superficial se ve notablemente afectada, como en el caso de IDO-419, mientras que en los caldos de IDO-60, IDO 264 e IDO 92, el comportamiento de la actividad superficial no presenta diferencias con respecto al medio basal con sacarosa.

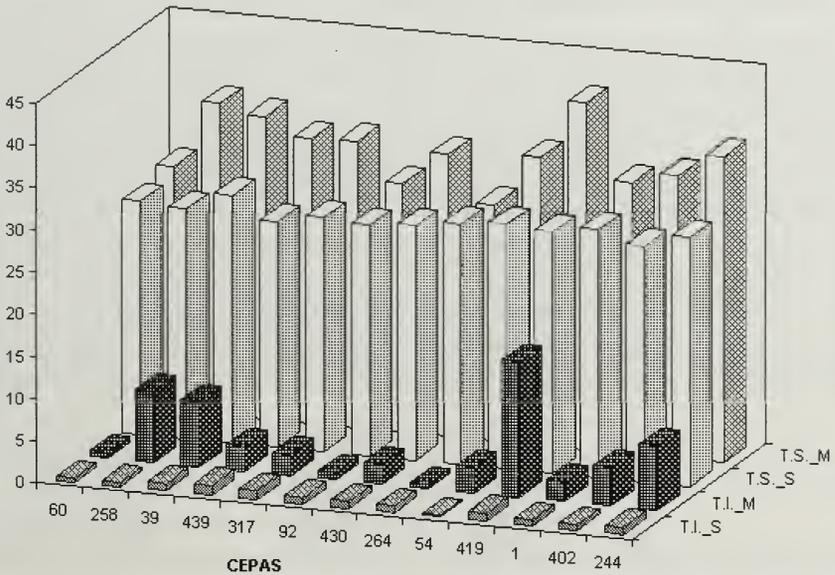


Figura 2. Comparación de valores de TS y TI en medio basal con sacarosa (S) y con miel (M).
Figure 2. Comparison of TS & TI between basal media with sucrose (S) and with molasses (M)

Por otra parte la sumatoria de los valores de TS y TI utilizando miel como fuente de carbono y energía, arrojó que sólo el 23,1% de estas cepas alcanzó valores menores o iguales a los 30,5 mN/m. Esto corresponde con las cepas IDO-264, IDO-60 e IDO-92, lo cual corrobora el análisis realizado de que éstas conservan su actividad superficial en el medio con miel.

Es práctica común al emplear mieles en los procesos fermentativos, someterlas a un tratamiento para su clarificación. Esto se hace con el objetivo de eliminar sustancias que pueden interferir con la actividad metabólica de los microorganismos utilizados en la industria. Teniendo en cuenta que la clarificación encarece el proceso de producción, así como los resultados obtenidos, decidimos seleccionar las tres cepas antes mencionadas para continuar el trabajo, dado que su actividad metabólica no se ve prácticamente afectada, por el empleo de las mieles no tratadas.

Para continuar el estudio de la modificación del medio de cultivo se seleccionaron las cepas IDO-60 e IDO-92 por la correspondencia entre los altos valores de crecimiento y la actividad superficial presentada por sus caldos fermentados. También fue seleccionada la cepa IDO-264 porque a pesar de no alcanzar valores de crecimiento tan altos como el resto de las cepas, presenta una marcada actividad superficial.

En la Tabla 2 se presentan los resultados del análisis de varianza y la prueba de significación de medias para los valores de crecimiento, tensión superficial e interfacial de las cepas evaluadas en el medio con hidrógeno fosfato de amonio. Estos resultados demuestran que aunque las tres cepas evaluadas reducen significativamente la TS y TI con respecto al control, las cepas IDO-60 e IDO-264 difieren significativamente del caldo fermentado por la cepa IDO-92. Lo mismo ocurre con el crecimiento microbiano.

Los resultados del análisis de varianza y la prueba de significación de medias demostraron que no existen diferencias significativas en los valores de crecimientos de estas cepas en este medio de cultivo. Es importante destacar que los valores de densidad óptica alcanzados por las tres cepas en el medio de miel e hidrógeno fosfato de amonio son superiores a los valores obtenidos en el medio original. Es probable que la fuente de nitrógeno y fósforo en el primer caso favoreciera más el crecimiento celular que en el segundo.

La sumatoria de los valores de TS y TI de los cultivos estudiados en este medio evidencian las diferencias existentes entre los caldos de las cepas IDO-60 e IDO-264 con respecto a la cepa IDO-92, en cuanto a la producción de sustancias con actividad superficial. También en el crecimiento se observa esta tendencia. En este caso, ya se manifiesta una diferencia en el comportamiento de la actividad superficial, la cual se debe evidentemente a las fuentes de nitrógeno y fósforo utilizadas. Las causas de este comportamiento pudieran estar relacionadas no sólo con el tipo de fuentes utilizadas, sino

Cepa	D.O.	TS(mN/m)	TI(mN/m)
60	7.69 ^a	29.00 ^a	0.60 ^a
264	7.30 ^a	29.00 ^a	0.60 ^a
92	6.98 ^b	32.87 ^b	2.07 ^b

Tabla 2. Resultados de crecimiento microbiano, TS y TI en medio miel y fosfato diamónico.
Table 2. Results of microbial growth, TS and TI in molasses media and diamonic phosphate.

Tabla 3. Crecimiento microbiano, TS y TI en medio miel, fosfato diamónico y levadura forrajera
Table 3. *Microbial growth, TS & TI in media with molasses, diamonic phosphate and Torula yeast*

Cepa	D.O.	TS(mN/m)	TI(mN/m)
60	4.23 ^a	27.73 ^a	0.53 ^a
264	3.77 ^a	27.87 ^a	0.63 ^a
92	2.68 ^b	32.73 ^b	1.83 ^b

también su concentración e incluso con las proporciones en que son usadas éstas entre sí y con relación a la fuente de carbono. El fenómeno de que la actividad microbiana se vea afectada, no sólo por la concentración de los nutrientes, sino por las interacciones entre ellos, ha sido establecido reiteradamente en la literatura. A pesar de esta diferencia se decidió continuar trabajando la cepa IDO-92, dado que mantiene una buena actividad superficial, aún cuando es menor que en las otras sustituyendo entonces el extracto de levadura por levadura forrajera. Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 3.

A partir de los resultados obtenidos y las pruebas estadísticas utilizadas, se demostró que las cepas IDO-60 e IDO-264, tienen un crecimiento significativamente superior al de la cepa IDO-92, aunque en los tres casos inferiores al obtenido en el medio de cultivo con miel e hidrógeno fosfato de amonio, debido a que en los resultados de la tabla 2 se utilizó extracto de levadura que contienen factores de crecimiento de alta pureza que estimulan el crecimiento de los microorganismos. El medio con *Torula* sólo contiene la levadura entera, que al dispersarse y calentarse se autolisa, liberando al medio el contenido celular. A pesar de esto, evidentemente las proporciones en que se encuentran los diferentes factores de crecimiento son muy superiores en el caso del extracto de levadura, lo que explica los resultados obtenidos.

En estas condiciones también las tres cepas produjeron caldos con actividad superficial significativamente diferentes a los del control (Tabla 3), aunque los caldos de las cepas IDO-60 e IDO-264, alcanzaron valores de tensión superficial e interfacial significativamente diferentes al de la cepa IDO-92, pero los valores obtenidos con la cepa IDO-60, son ligeramente superiores y esto se corrobora con los resultados de la suma de los valores de tensión superficial e interfacial.

Para comprobar si existen diferencias en las concentraciones de los caldos de IDO-60 e IDO-264, llevamos a cabo la determinación de la dilución micelar crítica (DMC) para ambos cultivos. Los resultados se presentan en la figura 3.

Como se puede observar, los resultados de ambas DMC resultan muy similares, siendo para IDO-60 e IDO-264 de 0.7 y 1.25 respectivamente. Se conoce que la determinación de DMC y particularmente de DMC^{-1} (los cuales son 1.43 y 0.8), es un índice directo de la efectividad y la concentración de un tensoactivo en solución. Los valores obtenidos, explican en alguna medida las ligeras diferencias obtenidas en el experimento de sustitución del extracto de levadura por *Torula*.

A partir de estas sustituciones se obtuvo una variante muy atractiva en la biosíntesis de estos productos, ya que se disminuye considerablemente el costo de producción.

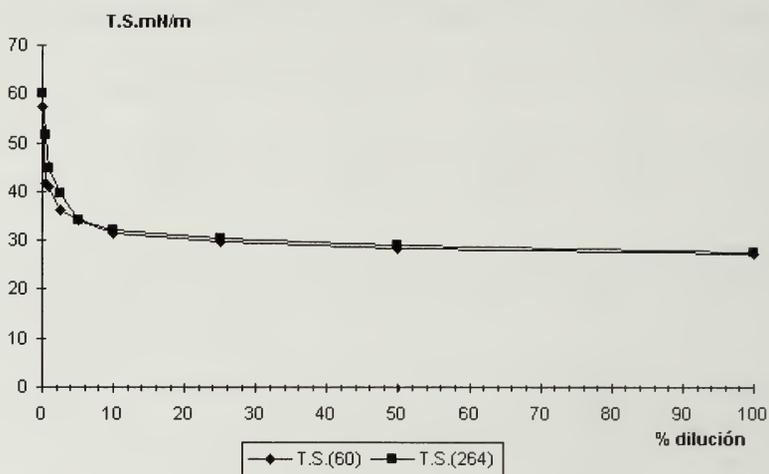


Figura 3. Determinación de la DMC de los caldos fermentados de IDO-60 e IDO 264, cultivadas en el medio miel, fosfato diamónico y levadura forrajera.

Figura 3. Determination of the DMC of the fermented broths of IDO-60 and IDO 264, cultivated in the molasses media, diamonic phosphate and *Torula* yeast.

Caracterización química. Los resultados de la Tabla 4 evidencian el comportamiento de la actividad superficial de las muestras analizadas, durante el proceso de aislamiento e identificación de la naturaleza química del tensioactivo de IDO-60.

Una vez que se acidificaron las muestras para cada medio de cultivo, se obtuvo un precipitado con una TS relativamente alta, pero que al restituirle el pH a 6 presentó buenas propiedades tensiométricas (Tabla 4). Esto corrobora lo planteado por ORTIZ, (1998), que caracteriza el tensioactivo de esta cepa como aniónico, ya que el pKa de su grupo ionizable se halla entre 5 y 6, lo que propicia que a valores de pH<5 disminuya su actividad superficial (NEUGEBAUER, 1994).

Fracción	TS sac.(mN/m)	pH	TS miel(mN/m)	pH
Caldo original	26.0	6.6	26.7	6.6
Precipitado ácido	45.6	2.5	44.6	2.0
Precipitado neutro	26.5	6.0	28.4	6.0
Sobrenadante neutro	40.5	6.2	48.7	6.0
Fase orgánica	26.0	6.0	27.4	6.0
Fase acuosa	40.5	6.2	45.2	6.2

Tabla 4. Tensiones superficiales de las muestras obtenidas en el medio salino basal con sacarosa y miel de la cepa IDO-60 durante el proceso de aislamiento

Table 4. Surface tension of the samples obtained in the basal saline media with sucrose and molasses of the strain IDO-60 during the isolation process.

Tabla 5. Identificación de la naturaleza química con reactivos específicos de TLC.
Table 5. Identification of the chemical nature by means of specific reagents of TLC.

Nota: 1-Iodo; 2-Ninhidrina; 3- α -naftol/ H_2SO_4 ; 4-Difenilamina; 5-Verde de bromocresol; 6-Rodamina B; 7-UV.

Extracto	Rf	1	2	3	4	5	6	7	TS(mN/m)
Sacarosa	0.3	+	+	-	-	+	+	+	38.1
Miel	0.3	+	+	-	-	+	+	+	33.4

En el caso del extracto orgánico, del caldo en sacarosa, se apreciaron seis manchas al revelar la cromatoplaque con iodo. Sólo una fue capaz de disminuir la TS del agua de 65mN/m a 38.1mN/m, mientras que las demás tuvieron TS superiores a 45.0mN/m. En el caso del caldo en miel se apreciaron dos manchas bien definidas, con valores de TS de 33.4 y 53.2mN/m (Tabla 5). Las manchas que presentaron menor TS, no alcanzaron los valores de actividad del caldo original. Estas diferencias están determinadas por el volumen de muestra aplicado para CCF (35 μ L), lo cual evidencia que la actividad superficial no sólo depende de la estructura molecular del compuesto, sino también de su concentración (DESAI Y DESAI, 1993).

El análisis por CCF del extracto orgánico en ambos medios de cultivos, muestra que la cepa IDO-60, biosintetiza mayoritariamente una molécula con una parte lipídica, que contiene ácidos carboxílicos libres y grupos amino libres. Ésta fue identificada como un biotensioactivo de presunta naturaleza aminolipídica o lipopeptídica, responsable de la actividad superficial de los cultivos de esta cepa (MARTIN, 1991). En la figura 4 aparecen los espectros UV-visible para los dos extractos activos, obtenidos en CCF, correspondientes a los cultivos en sacarosa (A) y en miel (B). Se observa un pico a una λ de 224 y 225 nm para sacarosa y miel respectivamente, correspondiente a enlaces peptídicos. También se aprecia una elevación a 206 nm en el caso de la sacarosa y a 203 nm para la miel, atribuido al grupo carboxilo de los lípidos (ERNÖ, 1987). Esto manifiesta la naturaleza lipopeptídica del compuesto producido por IDO-60 en estas condiciones.

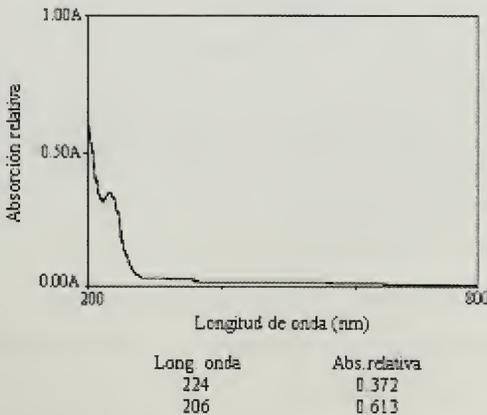


Figura 3. Espectros UV-visible de las manchas del biotensioactivo en sacarosa (A) y en miel (B).
Figura 3. UV-visible spectra of the stains of the biosurfactant in sucrose (TO) and in molasses (B).

CONCLUSIONES

1. Todas las cepas seleccionadas provocaron una disminución de las tensiones superficial e interfacial, siendo en algunos casos notable la actividad superficial de los caldos fermentados, bajo las condiciones experimentales del ensayo.

2. La sustitución de las fuentes de carbono, nitrógeno, fósforo y factores de crecimiento en el medio de cultivo por materias primas menos puras y más asequibles, no produjo una afectación sensible, al menos en las cepas IDO-60 e IDO-264 y en menor medida en IDO-92.

3. La cepa seleccionada IDO-60 produce un tensioactivo de naturaleza lipopeptídica, tanto en medio basal con sacarosa como en medio miel, hidrógenofosfato de amonio y levadura torula.

BIBLIOGRAFÍA

ALMAZAN V. 2001. *Caracterización, purificación e identificación de biotensioactivos de origen marino*. Tesis de opción del título de Maestro en Ciencias Químicas. Facultad de Química. Universidad de La Habana

COOPER, D. G. Y PADDOCK, D. A. 1984. Production of biosurfactant from *Torulopsis bombicola*. *Appl. Environ. Microbiol.* 47: 173-176

DESAI J.A., Y BANAT I.M. 1997. Microbial Production of Surfactants and their Commercial Potencial. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, mar, 61(1):47-64

DESAI J. D. Y A. J. DESAI. 1993. *Production of Biosurfactans en Biosurfactants. Production. Properties. Aplications*. Marcel Dekker, Inc., New York, NY

ERNÖ, P. 1987. *Analitikusok kezikönyve*. Müszaki könyvkiadó. En húngaro.

LOPEZ PLANES, R. 1989. *Diseños Experimentales*. Editora del MES. C:Habana.

MARTIN, M. 1991. *Obtención de biotensioactivos de origen microbiano. Estructura y bioconversión de Trehalosalípidos*. Tesis de Maestría en biotecnología, bioquímica y desarrollo de procesos. Universidad Autónoma de Barcelona.

NEUGEBAUER, C.N. 1994. *A guide to the propietes and uses of detergents in biology and biochemistry*. Ed. Labiochem.

ORTIZ, E. 1998. *Obtención de un biotensioactivo para la estimulación de pozos de petróleo*. Tesis de opción del título de Maestro en Ciencias Biológicas. Facultad de Biología. Universidad de La Habana.

El género *Mellita* (Echinodermata: Echinoidea, Clypeasteroidea) de las costas de México

The genus Mellita (Echinodermata: Echinoidea, Clypeasteroidea) from the Mexican Coasts

Francisco Alonso Solís-Marín¹, Alfredo Laguarda-Figueras¹, Alicia de La Luz Durán-González¹ y Blanca Estela Buitrón Sánchez²

¹Laboratorio de Sistemática y Ecología de Equinodermos, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México. A.P.70-305, México, D. F. 04510

²Depto. de Paleontología, Instituto de Geología (IG), Universidad Nacional Autónoma de México, Cd. Universitaria, Delegación Coyoacán, México, D. F. 04510.

Resumen

El género *Mellita* (Familia Mellitidae) es un grupo de "galletas de mar" lunuladas, endémico, de las playas someras arenosas del continente Americano. En el presente trabajo, se realiza un análisis taxonómico de este género habitante de las costas de México. El análisis del grupo muestra que en las costas de México, el género *Mellita* está representado por cinco especies, cuatro de ellas se distribuyen en el Pacífico (*M. notabilis*, *M. kanakoffi*, *M. longifissa* y *M. grantii*), y la quinta es de distribución exclusivamente Atlántica (*M. quinquesperforata*). Los caracteres morfológicos más importantes para el diagnóstico son: inclinación del perfil anterior de la testa, ubicación del máximo grosor de la testa, forma de las espinas en los márgenes aborales de las lúnulas, longitud de los petaloides I y V y orientación de las lúnulas ambulacrales con relación al eje antero-posterior.

La presencia de *M. grantii* dentro del Golfo de California sugiere que éste es una cuenca de especiación alopatrica, lo cual es corroborado por la presencia de otros invertebrados marinos que habitan en esta zona. Se presenta la clave taxonómica correspondiente a las especies de dicho género.

Abstract

The genus *Mellita* (Family Mellitidae) is a group of lunulated "sand dollars" endemic of the shallow, sandy beaches of the American Continent. This work presents a taxonomic analysis of this genus present in the Mexican Coasts. The analysis of the group showed that in the Mexican coasts, the genus is represented by five species: four in the Pacific (*M. notabilis*, *M. kanakoffi*, *M. longifissa* and *M. grantii*), and one of exclusively Atlantic distribution (*M. quinquesperforata*). The most important morphological diagnostic characters are: inclination of the anterior edge of the test, position of the maximum thickness of the test, shape of the marginal aboral spines at the lunule aboral margins, longitude of the petaloids I and V, and orientation of the ambulacral lunules in relation with the antero-posterior axis. The presence of *M. grantii* into de Gulf of California suggest that is an allopatric speciation site, as showed by other marine invertebrates that inhabit this zone. A taxonomic key is given.

Palabras clave: Echinodermata, Clypeasteroidea, *Mellita*, Taxonomía, México.

Key words: Echinodermata, Clypeasteroidea, *Mellita*, Taxonomy, Mexico.

INTRODUCCION

En la Clase Echinoidea, donde se encuentran incluidos todos los erizos de mar, se hallan las galletas de mar y los espatangoides, con formas de testa desde aplanadas, hasta acozonadas. Dentro del grupo de las galletas de mar, se encuentra la Familia MELLITIDAE Stefanini, 1911, la cual está compuesta por tres géneros de clipeasteroideos lunulados endémicos del continente americano: *Encope*, *Leodia* y *Mellita*. Las especies del género *Mellita* se distribuyen en las zonas someras de los mares de América, desde Nantucket (E.U.A.) hasta Brasil en el Atlántico, y desde el Golfo de California hasta Ecuador en el Pacífico. En México, el género se distribuye ampliamente en las zonas arenosas, someras de alta energía (zona de rompiente) del Pacífico y del Atlántico.

Existe una considerable diversidad de formas entre los representantes del género *Mellita* en las costas de México. Lo anterior, aunado a la historia taxonómica marcadamente confusa de este grupo por más de 150 años, plantea la necesidad de conocer más ampliamente la sistemática de este género para delimitar las especies del mismo que habitan en las costas de México. Para lo anterior, se analizaron los caracteres morfológicos.

El género *Mellita* fue originalmente establecido por KLEIN (1734) para incluir a dos especies: *M. laevis* y *M. testudinata*. LESKE (1778) renombró el género para incluir a *Echinodiscus bisperforatus* y a *E. quinquiesperforatus*, respectivamente. Estas últimas especies fueron ubicadas taxonómicamente durante diferentes años, en cinco géneros distintos, y referidas bajo nueve nombres científicos diferentes. Finalmente, el género *Mellita* fue restablecido por L.E. AGASIZZ (1841) y en 1956 la Comisión Internacional de Nomenclatura Zoológica (Opinión 393), aprobó colocar al género *Mellita* L.E. Agassiz, 1841 en la lista oficial de nombres genéricos con *E. quinquiesperforatus* Leske, 1778 (= *M. quinquiesperforata*) como la especie tipo.

Durante su historia taxonómica el género ha incluido, tanto especies con cinco lúnulas como especies con seis lúnulas. En 1851 GRAY (en MORTENSEN, 1948) erige el género *Leodia* para las formas con seis lúnulas, con *L. sexiesperforata* (LESKE, 1778) como la especie tipo. Este género descrito por Gray, no fue reconocido por A. Agassiz y permaneció como un sinónimo posterior de *Mellita* hasta que LAMBERT & THIÉRY (1921) lo volvieron a colocar como un género válido y separado de *Mellita*. Lo anterior fue aceptado subsecuentemente por varios autores (CLARK, 1940a; COOKE, 1942; SERAFY, 1979; HENDLER *ET AL.*, 1995), a diferencia de MORTENSEN (1948: 429) quien mantuvo al género *Leodia* como un subgénero de *Mellita*.

MATERIALES Y METODOS

Para la realización del presente trabajo, se examinó la literatura disponible sobre el género *Mellita*, así como 896 ejemplares de distintas localidades de las costas de México y de América, cubriendo así las distintas zonas de distribución de las especies en los océanos Atlántico y Pacífico (Tabla 1). Parte del material referido a estas localidades se encuentra depositado en la Colección Nacional de Equinodermos "Dra. María Elena Caso Muñóz" del Laboratorio de Sistemática y Ecología de Equinodermos (LSEE) del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología (ICML) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). También se revisaron ejemplares de las colec-

ciones de equinodermos de las siguientes Instituciones; National Museum of Natural History, Smithsonian Institution, Washington, D. C.; Los Angeles County Museum of Natural History, Los Angeles, California; y California Academy of Sciences, San Francisco, California.

En la sección de material estudiado, ejemplar y ejemplares se indican de forma abreviada, **ej y ejs**, respectivamente, y las siglas de los nombres de las colecciones de equinodermos son las siguientes:

ICML-UNAM: Colección Nacional de Equinodermos "Dra. Ma. Elena Caso Muñoz" del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM.

USNM: United States National Museum, Smithsonian Institution.

CAS: California Academy of Sciences.

LACM: Los Angeles County Museum.

LACMIP: Los Angeles County Museum, Invertebrate Paleontology.

Se realizaron recolectas en áreas de las costas de México de las cuales no se poseían ejemplares y en zonas someras intermareales arenosas de distintas localidades de México (Tabla 1).

Para observar algunas características morfológicas de las galletas de mar, como son las placas basicoronales, fue necesario lijar algunas testas con ayuda de una lija suave, de grano muy fino, lijando los primeros 1.5 mm aproximadamente de superficie. Luego se cubrió el ejemplar con una solución, con partes iguales de alcohol al 95% y Glicerol; ésto permitió visualizar las placas de la testa que son de gran importancia taxonómica (MOOI & HAROLD, 1994). También fue necesario utilizar Rayos-X para la observación de algunos caracteres internos de la testa.

Para la elaboración de la clave dicotómica, se emplearon principalmente los criterios de CLARK (1940a). Para el arreglo sistemático se siguió la propuesta de SMITH (1984).

Para analizar la distribución geográfica de las especies del género, se tomaron en cuenta los datos de distribución de los ejemplares de las colecciones revisadas, además de los registros bibliográficos que existen para cada una de las especies.

-
- | | |
|--|--|
| 1 Playa El Pescador, Alto Golfo de Baja California. | 4 Bahía de Yavaros, Sonora. |
| 2 San Felipe, Alto Golfo de California, California, Baja California. | 6 Bahía Adair, Sonora. |
| 3 Puerto Peñasco, Sonora. | 8 Mazatlán, Sinaloa. |
| 5 Playa Huatabampito, Sonora. | 10 Playa Puerta del Mar, Colima. |
| 7 Bahía de La Paz, Baja California Sur. | 12 Playa Azul, Michoacán. |
| 9 Cuyutlán, Colima. | 14 Playa La Ropa, Zihuatanejo, Guerrero. |
| 11 Faro de Bucerías, Michoacán. | 16 Playa Encantada, Guerrero. |
| 13 Playa El Almacén, Zihuatanejo, Guerrero. | 18 Playa Copa Cabana, Guerrero. |
| 15 Playa Troncones, Guerrero. | 20 Tapachula, Chiapas. |
| 17 Acapulco, Guerrero. | 22 La Escollera, Tamaulipas. |
| 19 Playa La Encantada, Acapulco, Guerrero. | 24 Playa Matamoros, Tamaulipas. |
| 21 Playa San Benito, Chiapas. | 26 Barra Norte, Tuxpan, Veracruz. |
| 23 Tampico, Tamaulipas. | 28 Playa Norte, Tuxpan, Veracruz. |
| 25 Tuxpan, Veracruz. | 30 El Morro de La Mancha, Veracruz. |
| 27 Barra Sur, Tuxpan, Veracruz. | 32 Nautla, Veracruz. |
| 29 Boca del Río, Veracruz. | 34 Playa Escondida, Veracruz. |
| 31 Mocambo, Veracruz. | 36 Tecolutla, Veracruz. |
| 33 Barra de Zontecomapan, Veracruz. | 38 Playa de las Cabañas, Catemaco, Veracruz. |
| 35 San Juan de Ulúa, Veracruz. | |
| 37 Playa de Costa Verde, Veracruz. | |
| 39 Golfo de México, frente a Veracruz. | |
-

Tabla 1. Localidades de las cuales se analizaron ejemplares del género *Mellita* en México.

RESULTADOS

I. Sinopsis taxonómica del material estudiado

PHYLUM ECHINODERMATA Brugiére, 1789

Subphylum Echinozoa Haeckel in Zittel, 1895

CLASE ECHINOIDEA Leske, 1778

SUBCLASE EUECHINOIDEA Bronn, 1860

Cohorte Irregularia Latreille, 1925

Superorden Microstomata Smith, 1984

Serie Neognathostomata Smith, 1981

ORDEN Clypeasteroidea L.E. Agassiz, 1872

Suborden Scutellina Haeckel, 1896

FAMILIA Mellitidae Stefanini, 1911

Género *Mellita* L.E. Agassiz, 1841

sensu Durham, J. W. 1955: 172.

Diagnosis: Testa mediana o grande, delgada y aplanada. Márgenes delgados, contorno redondo o subpentagonal. La altura máxima de la testa anterior, situada en el aparato apical. Lúnulas ambulacrales pares e interambulacral impar. Lúnulas angostas y alargadas, en el adulto normalmente cerradas. Aparato apical ligeramente anterior. Petaloides bien definidos, cerrados moderadamente. Petaloide anterior ligeramente más abierto que los otros. Petaloide anterior impar y posteriores pares, aproximadamente de la misma longitud; petaloides pares anteriores más cortos. Poros externos de cada par ambulacral alargados, no subdivididos. Peristoma francamente anterior. Surcos ambulacrales alimenticios que se bifurcan exactamente por fuera de las placas basicoronales. Lúnula interambulacral posterior que se extiende cerca del peristoma sobre la superficie oral. Periprocto dentro de la parte anterior de la lúnula posterior sobre la superficie oral. Placas basicoronales pequeñas. Interambulacros pares no están en contacto con la hilera basicoronal, separados por un par de placas ambulacrales, con 3 placas basicoronales por columna sobre la superficie oral. Interambulacro posterior en contacto con las placas basicoronales. Periprocto parcialmente dentro de la placa basicoronal interambulacral. Las primeras placas basicoronales posteriores del interambulacro posterior, se extienden hasta cerca de la mitad de la lúnula. Ambulacros con 4 a 6 placas posteriores basicoronales por columna. 4 poros genitales.

II. Clave dicotómica para las especies del género *Mellita* L.E. Agassiz, 1841, de las costas de México.

1.A. Borde de la lúnula ambulacral con espinas densas, robustas, en forma de remo; petaloides rectos, no curvados hacia la línea media *Mellita quinquesperforata*

1.B. Borde de la lúnula ambulacral con espinas densas, largas y relativamente delgadas; petaloides 1 y 5 curvados hacia la línea media 2

2.A. Ramas principales de los surcos ambulacrales, generalmente rectos, poco divergentes, cercanos a las lúnulas ambulacrales; placa interambulacral basicoronal menos larga o igual de larga a la placa ambulacral; canales de drenaje de presión someros y conspicuos, sin flujo notorio a la lúnula ambulacral 3

2.B. Ramas principales de los surcos ambulacrales sinuosas, muy divergentes, placas basicorales interambulacrales claramente más largas que las ambulacrales; canales de drenaje de presión distintivos, con flujos o desembocadura a lo largo de los flancos de la lúnula ambulacral **4**

3.A. Forma de la línea de la testa subrectangular, de 1 a 10% más ancha que larga; punto más alto de la testa situado en ó cerca del sistema apical, espinas relativamente indiferenciadas; periprocto anterior a la lúnula anal *Mellita grantii*

3.B. Forma de la línea de la testa ancha, rectangular, del 11 al 21% más ancha que larga; punto más alto de la testa anterior al sistema apical; espinas bien diferenciadas, espinas de la línea del ámbito y lúnulas robustas, aplanadas y espatuladas, espinas aborales distintas, romboidales; el periprocto se traslapa con el margen anterior de la lúnula anal *Mellita longifissa*

4.A. Forma de la línea de la testa subrectangular de 4 al 8% más ancha que larga, parte posterior no truncada; canales de drenaje de presión que fluyen hacia dentro de las lúnulas ambulacrales de profundidad moderada y áreas intervenales que no forman prominencia..... *Mellita kanakoffi*

4.B. Forma de la línea de la testa rectangular mucho más ancha que larga (del 11 al 19%) y posteriormente truncada; flujo de los canales de drenaje de presión dirigidos a las lúnulas ambulacrales muy profundos, áreas intervenales que se elevan muy claramente dando a los márgenes de las lúnulas una apariencia sinuosa *Mellita notabilis*

III. Sistemática

Mellita quinquesperforata (Leske, 1778)

(Figuras 1a, b y 4)

- Echinodiscus quinquesperforatus*.- LESKE, 1778: 197.
Echinus pentaporus.- GMELIN, 1788: 3189.
Clypeaster pentaporus.- LAMARCK, 1801: 349.
Scutella quinquefora.- LAMARCK, 1816: 9.
Scutella pentapora - BLAINVILLE, 1830: 223.
Mellita quinquefora.- L.E. AGASSIZ, 1841: 36.
Mellita testudinata.- L.E. AGASSIZ, 1841: 40.
Mellita nummularia.- L.E. AGASSIZ & DÉSOR, 1847: 139.
Mellita testudinea.- GRAY, 1855: 22.
Mellita pentapora.- LÜTKEN, 1864: 107.
Mellita quinquesperforata.- CLARK, 1911: 599.
Mellita quinquesperforatus.- CLARK, 1925: 174.
Mellita lata.- CLARK, 1940a: 437.
Mellita latiambulacra.- CLARK, 1940a: 439.
Mellita quinquesperforata.- MOOI & HAROLD, 1994: 751-759.

Material estudiado: 2 ejes, Tamaulipas, ICML-UNAM 4.87.28; 1 ej, Tuxpan, Veracruz, ICML-UNAM 4.87.20; 2 ejes, Tampico, Tamaulipas, ICML-UNAM 4.87.4; 2 ejes, Veracruz, ICML-UNAM 4.87.19; 21 ejes, Tuxpan, Veracruz, ICML-UNAM 4.87.18; 20 ejes, Barra del Río,

Veracruz, ICML-UNAM 4.87.6; 4 ejs, Tecolutla, Veracruz, ICML-UNAM 4.87.12; 2 ejs, Barra Sur, Tuxpan, Veracruz, ICML-UNAM 4.87.25; 2 ejs, Tuxpan, Veracruz, ICML-UNAM 4.87.17; 6 ejs, Tuxpan, Veracruz, ICML-UNAM 4.87.15; 19 ejs Barra de Zontecomapan, Veracruz, ICML-UNAM 4.87.0; 1 ej, Playa Mocambo, Veracruz, ICML-UNAM 4.87.26; 4 ejs, Playa de Tuxpan, Veracruz, ICML-UNAM 4.87.16; 28 ejs, Boca del Río, Veracruz, ICML-UNAM 4.87.1; 5 ejs, Playa Escondida, Veracruz, ICML-UNAM 4.87.24; 1 ej, Playa Mocambo, Veracruz, ICML-UNAM 4.87.23; 73 ejs, Playa Norte, Veracruz, ICML-UNAM 4.87.2; 5 ejs, Las Escolleras, Tamaulipas, ICML-UNAM 4.87.22; 1 ej, Golfo de México, ICML-UNAM 4.87.21; 1 ej, Barra Norte, Tuxpan,

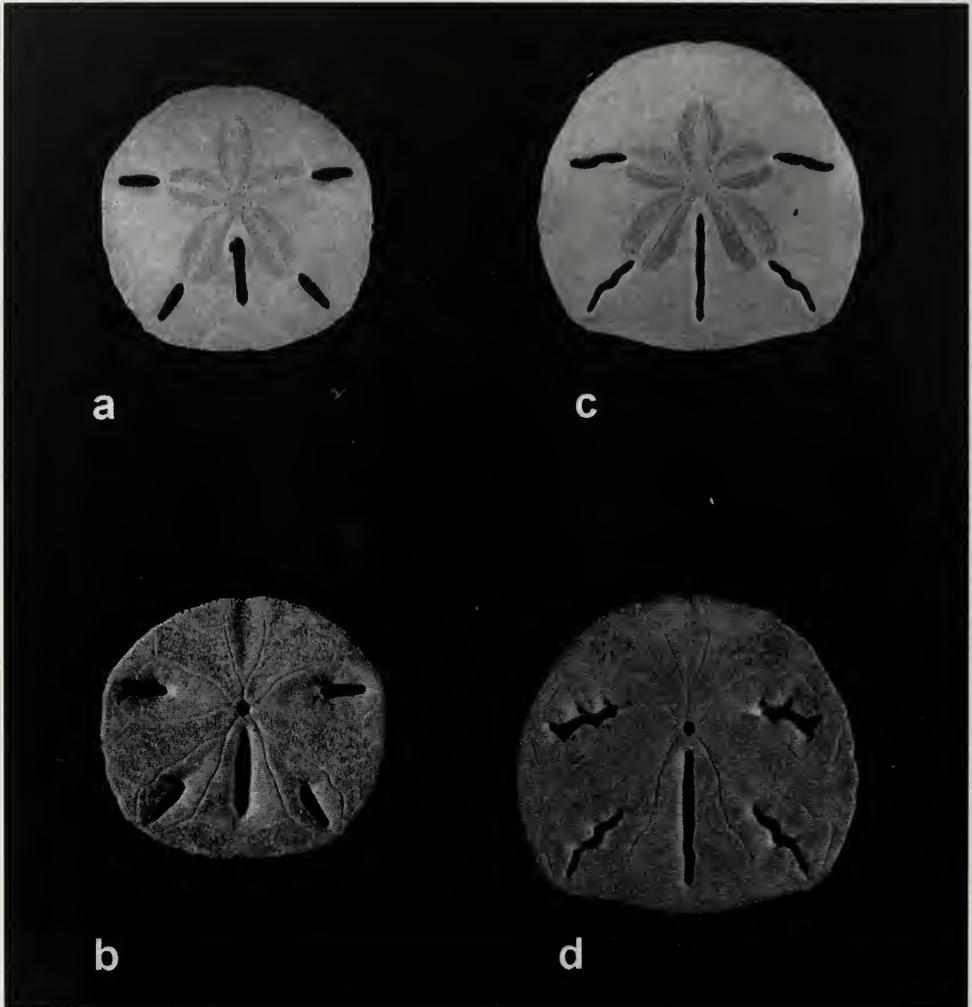


Figura 1. a) *M. quinquiesperforata* (Leske, 1778). Diámetro de la testa: 50 mm; Barra del Río, Veracruz, ICML-UNAM 4.87.6, vista aboral; b) vista oral; c) *M. notabilis* Clark, 1947. Diámetro de la testa: 77 mm; Playa Azul, Michoacán, ICML-UNAM 4.88.6, vista aboral; d) vista oral.

Figure 1.

Veracruz, ICML-UNAM 4.87.27; 43 ejs, Nautla, Veracruz, ICML-UNAM 4.87.5; 24 ejs, Playa Mocambo, Veracruz, ICML-UNAM 4.87.7; 7 ejs, Playa Mocambo, Veracruz, ICML-UNAM 4.87.11; 6 ejs, Playa Norte, Veracruz, ICML-UNAM 4.87.8; 3 ejs, Playa Mocambo, Veracruz, ICML-UNAM 4.87.10; 46 ejs, Nautla, Veracruz, ICML-UNAM 4.87.9; 86 ejs, Playa Las Cabañas, Veracruz, ICML-UNAM 4.87.29; 4 ejs, Playa Norte, Veracruz, ICML-UNAM 4.87.13; 10 ejs, Playa Lauro Villar, Matamoros, Tamaulipas, ICML-UNAM 4.87.30; 3 ejs, Tuxpan, Veracruz, ICML-UNAM 4.87.31; 24 ejs, Playa de Costa Verde, Veracruz, ICML-UNAM 4.87.14.

Material tipo: MOOI & HAROLD (1994) nombraron un neotipo de esta especie, el cual se encuentra depositado en la California Academy of Sciences, Invertebrate Zoology (CAS), bajo el número de catálogo: 096152.

Diagnosis: *Perfil anterior de la testa marcadamente inclinado; posición del máximo grosor de la testa generalmente anterior al sistema apical; testa muy ancha; espinas espatuladas únicamente en los márgenes aborales de las lúnulas.*

Descripción: Testa rectangular, mucho más ancha que larga (9-29%); largo máximo de la testa por arriba de los 100 mm; punto más alto de la testa muy anterior al sistema apical, curvándose abruptamente hacia abajo en dirección al margen anterior; la orientación de las lúnulas anteriores varía desde muy transversales a casi paralelas con respecto a las lúnulas posteriores; eje longitudinal de las lúnulas posteriores intersecta posteriormente al sistema apical en el eje antero-posterior de la testa; lúnulas posteriores curvadas hacia la línea media; lúnula anal más larga que las lúnulas anteriores y posteriores; petaloides I y V rectos; ramas principales de los surcos alimenticios muy divergentes y moderadamente sinuosos; surcos tributarios de los canales de drenaje de presión, se insertan a las lúnulas ambulacrales conspicuamente; linterna de Aristóteles grande, de 1/5 a 1/4 del diámetro de la testa; espinas robustas, especialmente las que rodean a las lúnulas ambulacrales por la parte aboral, las cuales poseen forma de remo; espinas del borde aboral de la lúnula anal más cortas que las espinas orales de función locomotora; placas interambulacrales basiconales más largas que las ambulacrales.

Distribución geográfica: Golfo de México, Centro y Sud América, desde el delta del Río Mississippi, a todo lo largo de la costa de Centro y Sud América, hasta el sur de Brasil (MOOI & HAROLD, 1994); Puerto Rico; Jamaica (CLARK, 1940b); República Dominicana; Trinidad Tobago. En México, se le ha recolectado principalmente en Tampico, Las Escolleras, Playa Lauro Villar, Matamoros, Tamaulipas; Tuxpan (Barra Sur y Barra Norte), Playa de Tuxpan, Playa Escondida, Playa Mocambo, Playa Norte, Playa Las Cabañas, Playa de Costa Verde, Barra del Río, Barra de Zontecomapan, Tecolutla, Boca del Río, Nautla, Veracruz.

Habita generalmente sobre sedimentos terrígenos silíceos, a profundidades de 1 a 3 m, alrededor de la zona de rompiente. Según la distribución de los ejemplares analizados de las diferentes colecciones, existe un leve traslape en las zonas de distribución de *Mellita quinquesperforata* y *M. tenuis* en la región del delta del Mississippi, E. U. A.

Mellita notabilis Clark, 1947

(Figuras 1c, d y 4)

Mellita notabilis.- Durham, 1961: 65; HAROLD & TELFORD, 1990: 1020; SOLIS-MARIN *et al.*, 1993: 139; BUITON & SOLIS-MARIN, 1993: 389.

Mellita eduardobarrosoi.- Caso, 1980a: 157; 1980b: 93; ORTIZ, 1984: 11.

Material estudiado: 2 ejes, Playa Copa Cabana, Acapulco, Guerrero, ICML-UNAM 4.42.4; 2 ejes, El Revolcadero, Acapulco, Guerrero, ICML-UNAM 4.42.1; 1 ej, Tapachula, Chiapas, ICML-UNAM 4.42.3; 1 ej, Playa Encantada, Guerrero, ICML-UNAM 4.42.2; 4 ejes, Playa San Benito, Tapachula, Chiapas, ICML-UNAM 4.42.0; 2 ejes, Playón Mexiquillo, Michoacán, ICML-UNAM 4.88.3; 1 ej, Playa Encantada, Guerrero, ICML-UNAM 4.88.1; 1 ej, Tapachula, Chiapas, ICML-UNAM 4.88.2; 1 ej, Faro de Bucerías, Michoacán, ICML-UNAM 4.88.4; 4 ejes, Playa Azul, Michoacán, ICML-UNAM 4.88.7; 1 ej, Playa Azul, Michoacán, ICML-UNAM 4.88.6; 1 ej Playa Troncones, Guerrero, ICML-UNAM 4.88.5; 17 ejes, Playa Azul, Michoacán, ICML-UNAM 4.88.8; 4 ejes, Playa Azul, Michoacán, USNM E32470.

Material tipo: El ejemplar tipo se encuentra depositado en Los Angeles County Museum, con el número de catálogo: LACM 1123.

Diagnosis: *Canales de drenaje de presión muy marcados y hundidos; lúnulas festoneadas; testa muy ancha, lúnulas largas y muy divergentes, canales alimenticios muy sinuosos.*

Descripción: Testa ligeramente más ancha que larga (11-19%), contorno redondeado anteriormente y truncado posteriormente; largo de la testa mayor a los 70 mm; punto más alto de la testa localizado en posición anterior al sistema apical; lúnulas I y V más largas que las lúnulas II y IV; lúnulas ambulacrales posteriores curvadas hacia la línea media de la testa, eje longitudinal de las lúnulas posteriores que se intersecta posteriormente al sistema apical; petaloides I y V más largos que el petaloide III y curvados hacia la línea media de la testa; surcos alimenticios muy divergentes y extremadamente sinuosos. La característica más sobresaliente es la gran profundidad de los canales de drenaje de presión que llegan a las lúnulas ambulacrales, lo cual le da a los márgenes de las lúnulas (oral y aboralmente) una apariencia festoneada e irregular; espinas de los márgenes aborales de la lúnula anal más cortas que las locomotoras; placas basicorales interambulacrales más largas que las ambulacrales.

Distribución geográfica: Costa central oeste de México y América Central, incluyendo El Salvador, Nicaragua y Panamá (DURHAM, 1961; HAROLD & TELFORD, 1990). En México se ha recolectado en Playa Encantada, Playa Troncones, Playa Copa Cabana, El Revolcadero, Acapulco, Guerrero; Playa San Benito, Tapachula, Chiapas; Playón Mexiquillo, Faro de Bucerías, Playa Azul, Michoacán. Su distribución se traslapa con la de *M. longifissa* (Fig. 4).

Habita en sedimentos silíceos; en este trabajo se reporta su intervalo batimétrico que va desde la línea intermareal a los 3 m.

Mellita kanakoffi Durham, 1961

(Figuras 2a, b y 4)

Mellita kanakoffi.- Durham, 1961: 51; Harold & Telford, 1990: 1023.

Material estudiado: 1 ejemplar, Playa Huatabampito, Sonora, ICML-UNAM 4.60.0

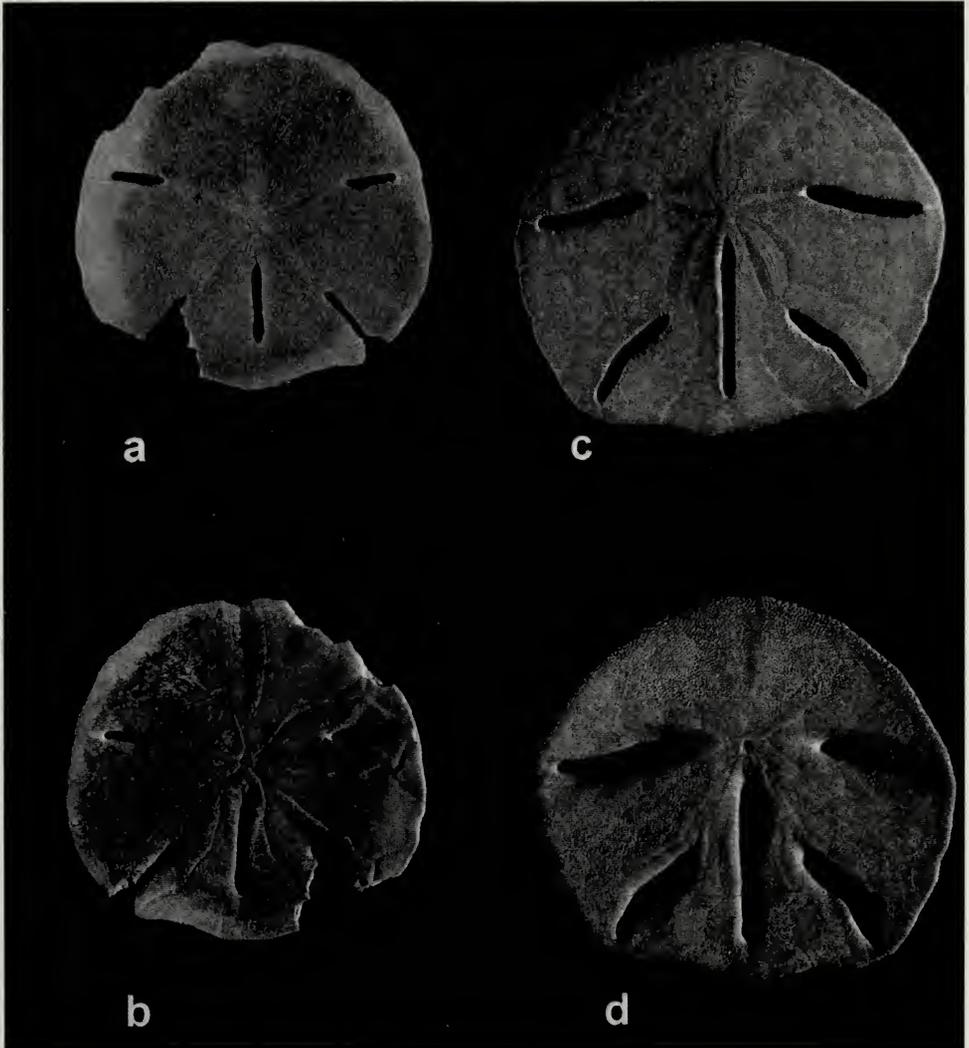


Figura 2. a) *M. kanakoffi* Durham, 1961. Diámetro de la testa: 71 mm; Playa Huatabampito, Sonora, ICML-UNAM 4.60.0, vista aboral; b) vista oral; c) *M. longifissa* Michelin, 1858. Diámetro de la testa: 72 mm; Puerta del Mar, Cuyutlán, Colima, ICML-UNAM 4.41.9, vista aboral; d) vista oral.

Figure 2.

Material tipo: El holotipo se encuentra depositado en Los Angeles County Museum, Invertebrate Paleontology Section, con el número de catálogo: LACMIP 1121. La localidad tipo es, New Port Beach, New Port Bay Mesa, Orange County, California, en la Formación Arena Palos Verdes.

Diagnosis: *Margen de la testa sinuoso; lúnula anal elongada y surcos alimenticios divergentes y sinuosos*

Descripción: Testa moderadamente más ancha que larga (4-8%), contorno de la testa de subrectangular a circular; largo de la testa por arriba de los 107.2 mm (de acuerdo a DURHAM, 1961); el punto mas alto de la testa moderadamente anterior al sistema apical; lúnulas ambulacrales elongadas, aproximadamente iguales en lo largo; eje longitudinal de las lúnulas posteriores que se intersecta posteriormente al sistema apical; lúnulas ambulacrales posteriores y petaloides I y V curvados hacia la línea media; petaloides I, III y V del mismo largo.

Distribución geográfica: Se conoce desde Guaymas, Sonora, hasta Panamá (DURHAM, 1961; HAROLD & TELFORD, 1990), el registro fósil de la especie pertenece al Pleistoceno Tardío de Newport beach y Wilmington, California. Esta especie comparte su área de distribución con *M. longifissa* y *M. grantii* (Fig. 4).

No se tienen datos sobre la profundidad en que fueron hechas las recolectas.

***Mellita longifissa* Michelin, 1858**
(Figuras 2c, d y 4)

Mellita longifissa.- Verrill, 1868: 677; 1871: 492; CASO, 1946: 65; DURHAM, 1961: 32; HAROLD & TELFORD, 1990: 1007.

Material estudiado: 116 ejs, Puerta del Mar, Cuyutlán, Colima, ICML-UNAM 4.41.9; 57 ejs, Cuyutlán, Colima, ICML-UNAM 4.41.0; 8 ejs, Tapachula, Chiapas, ICML-UNAM 4.41.2; 7 ejs, Playa San Benito, Tapachula, Chiapas, ICML-UNAM 4.41.1; 3 ejs, Playa La Ropa Zihuatanejo, Guerrero, ICML-UNAM 4.41.3; 6 ejs, Playa San Benito, Tapachula, Chiapas, ICML-UNAM 4.41.5; 8 ejs, Cuyutlán, Colima, ICML-UNAM 4.41.8; 21 ejs, Puerta del Mar, Cuyutlán, Colima, ICML-UNAM 4.41.11; 2 ejs, Playa del Almacén, Zihuatanejo, Guerrero, ICML-UNAM 4.41.3.

Material tipo: No existe. DURHAM (1961) ilustra en su trabajo un hipotipo de esta especie que se encuentra depositado en la California Academy of Sciences, San Francisco California con el número de catálogo: CAS 12369. La morfología de este ejemplar concuerda con la primera descripción de la especie que hizo MICHELIN (1858).

Diagnosis: *Lúnula anal muy larga, arriba del 43% del largo total de la testa, margen anterior de la lúnula anal casi en contacto con el sistema apical; petaloides posteriores curvados hacia la línea media; surcos alimenticios muy estrechos y divergentes, levemente sinuosos.*

Descripción: Testa más ancha que larga (11-21%); largo de la testa arriba de los 75 mm; domo de la testa bajo; parte más ancha de la testa situada anteriormente al sistema apical, margen anterior de la testa curvado suavemente hacia el frente; todas las lúnulas pares largas, delgadas y curvadas, la lúnula anal rodeada por 7 a 8 placas aboralmente (de 5 a 6 en otras especies); eje longitudinal de las lúnulas posteriores intersectándose posteriormente al sistema apical; lúnulas ambulacrales posteriores curvadas hacia la línea media; petaloides posteriores marcadamente curvados hacia la línea media de la testa; surcos alimenticios que no divergen fuertemente, canales de drenaje de presión someros e inconspicuos, los canales tributarios no llegan a las lúnulas ambulacrales; espinas del margen aboral de la lúnula anal más cortas que las locomotoras (orales); placas basicoronales interambulacrales menos largas o iguales a las placas ambulacrales.

Distribución geográfica: Desde el Pacífico central de México hasta Panamá, incluyendo las islas Galápagos (CASO, 1946; DURHAM, 1961; HAROLD & TELFORD, 1990). MORTENSEN (1948) coloca su límite sur hasta Ecuador, y CLARK (1948) menciona su límite norte en la costa oeste de Baja California en la Bahía San Juanico (Fig 4). En México se ha recolectado en Puerta del Mar, Cuyutlán, Colima; Playa La Ropa, Playa del Almacén, Zihuatanejo, Guerrero; Playa San Benito, Tapachula, Chiapas.

Habita en sedimentos de sílice en la zona intertidal; el límite batimétrico de distribución de esta especie se establece a los 5 m.

Mellita grantii Mortensen, 1948
(Figuras 3a, b y 4)

Mellita grantii.- Durham, 1961: 55; EBERT & DEXTER, 1976: 271; CASO, 1980b: 77; HAROLD & TELFORD, 1990: 1018.

Material estudiado: 29 ejs, Playa El Pescador, Alto Golfo de California, ICML-UNAM 4.43.5; 2 ejs, Bahía de Yavaros, Sonora, ICML-UNAM 4.43.0; 2 ejs, Mazatlán, Sinaloa, ICML-UNAM 4.43.4; 7 ejs, Puerto Peñasco, Sonora, ICML-UNAM 4.43.1; 12 ejs, Laguna de Yavaros, Sonora, ICML-UNAM 4.43.2; 3 ejs, San Felipe, Golfo de California, ICML-UNAM 4.43.3; 1 ej, Bahía de La Paz, Baja California Sur, ICML-UNAM 4.43.8; 4 ejs, Mazatlán, Sinaloa, ICML-UNAM 4.43.6; 12 ejs, Mazatlán, Sinaloa, ICML-UNAM 4.43.7; 3 ejs, Bahía de Los Angeles, Golfo de California, USNM 8988; 1 ej, Sonora (31°19'24", 113°35'30"), USNM E31562; 15 ejs, Bahía Adair, Sonora, Golfo de California, USNM E28226.

Material tipo: El holotipo está depositado en el Zoologisk Museum de Copenhague, Dinamarca; número: ZMUC EE220-1, recolectado en San Felipe, Baja California, México.

Diagnosis: *Máximo grosor de la testa situado en el sistema apical; periprocto localizado anteriormente a la lúnula anal, sin entrar en contacto con ella. Estas dos características al parecer, son suficientes para distinguir entre M. grantii y M. longifissa, aún cuando se estén identificando juveniles, que es cuando se comete el error de confundir a estas dos especies.*

Descripción: Testa relativamente pequeña (raramente excede los 50 mm); moderadamente más ancha que larga (1-10%), subrectangular; parte más alta de la testa localizada en el sistema apical; eje longitudinal de las lúnulas posteriores que se intersecta posteriormente al sistema apical; lúnulas ambulacrales posteriores curvadas hacia la línea media; lúnula anal que se extiende anteriormente hasta el principio de los petaloides posteriores; petaloides relativamente pequeños, con el petaloide III ocupando el 12% aproximadamente del largo de la testa; los petaloides I y V se curvan hacia la línea media de la testa; surcos alimenticios muy similares a los de *M. longifissa*, pero no son divergentes y

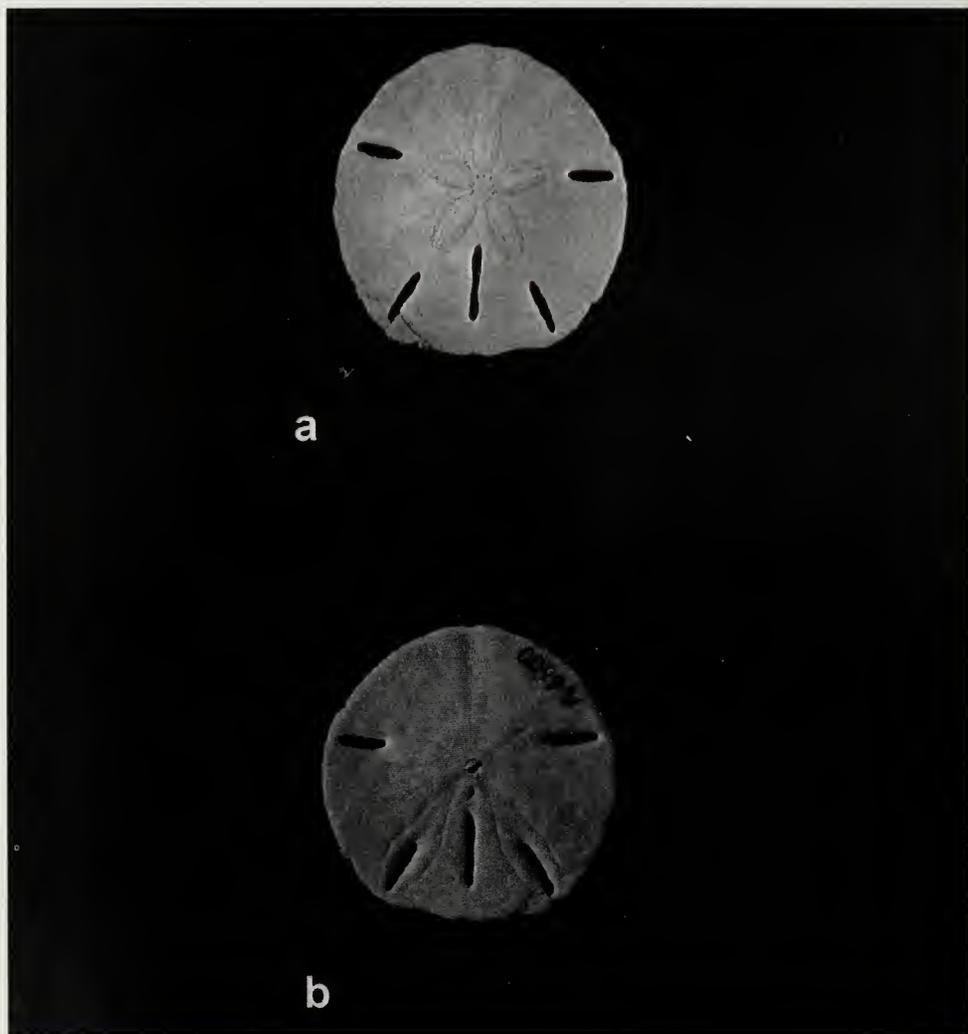


Figura 3. a) *Mellita grantii* Mortensen, 1948. Diámetro de la testa: 37 mm; Playa El Pescador, Alto Golfo de California, ICML-UNAM 4.43.5, vista aboral; b) vista oral.

Figure 3.

sinuosos; canales de drenaje de presión someros e inconspicuos, sin canales tributarios, que llegan hasta las lúnulas ambulacrales; el periprocto se localiza a la mitad del espacio entre el margen de la lúnula anal y el peristoma; poca diferenciación de las espinas del cuerpo, solo las espinas del margen aboral de la lúnula anal son más cortas que las locomotoras; placas basicoronaes interambulacrales de menor tamaño o iguales a las ambulacrales.

Distribución geográfica: Desde la parte norte del Golfo de California, hasta Panamá (DURHAM, 1961; EBERT & DEXTER, 1976; CASO 1980b; HAROLD & TELFORD, 1990). Se distribuye alopátricamente hacia el sur del Golfo de California con *M. longifissa* o *M. kanakoffi* (Fig. 4). En México se ha recolectado en Playa El Pescador, San Felipe, Alto Golfo de California, Bahía de Los Angeles; Bahía de La Paz, Baja California Sur; Mazatlán, Sinaloa; Bahía de Yavaros, Puerto Peñasco, Bahía Adair, Sonora.

Habita la zona intermareal en un tipo de sedimento de sílice. El límite batimétrico de distribución de esta especie se establece a los 3 m.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Existen 7 especies taxonómicamente válidas del género *Mellita* en las costas de América, las cuales son reconocibles morfológicamente. El género *Mellita* está representado en las costas de México por 5 de ellas: *M. grantii*, *M. longifissa*, *M. notabilis*, *M. kanakoffi* y *M. quinquiesperforata*. Las especies del Pacífico se traslapan en casi toda su zona de distribución.

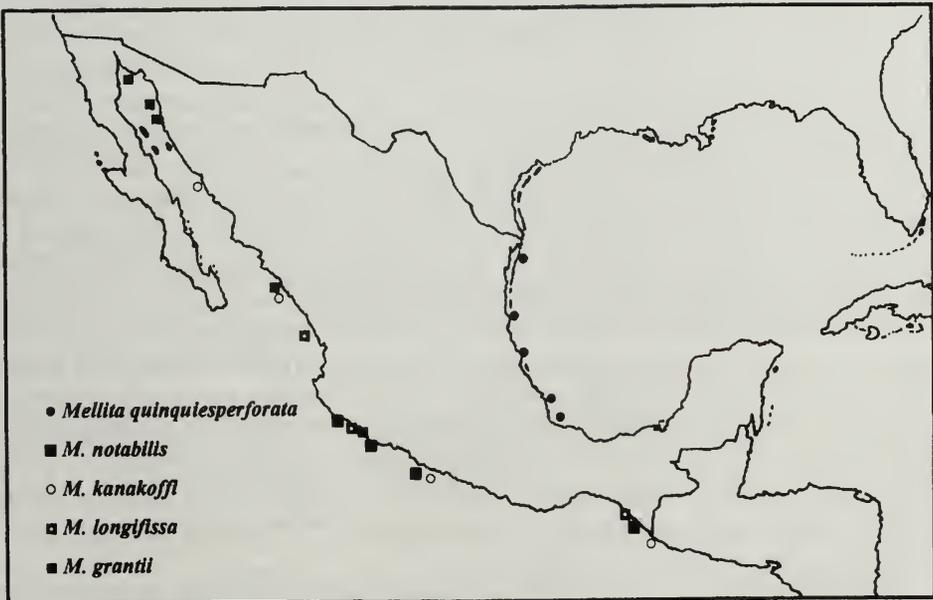


Figura 4. Mapa de distribución del género *Mellita* en las costas de México.

Figure 4.

Los caracteres morfológicos diagnósticos más importantes para el análisis de dichas especies son: inclinación del perfil anterior de la testa, posición del máximo grosor de la testa, forma de las espinas en los márgenes aborales de las lúnulas, longitud de los petaloides I y V y orientación de las lúnulas ambulacrales en relación al eje antero-posterior.

M. quinquiesperforata es la especie tipo del género y la más ampliamente distribuida. Su nombre científico ha sido utilizado para nombrar una gran variedad de taxa, en particular, a la especie fósil *M. ampla* Ravenel, 1848 (del Este de los E.U.A.) que fue colocada como sinónima de *M. quinquiesperforata* por HAROLD & TELFORD (1990).

La distribución batimétrica (hasta 550 m) propuesta por TOMMASI (1974) para *M. quinquiesperforata*, es errónea, ya que seguramente se refiere a la testa de un ejemplar muerto; esto suele suceder en las colectas en plataforma y mar profundo, donde se capturan organismos muertos provenientes de zonas someras que son acarreados por las corrientes de marea hacia zonas de mayor profundidad. Durante la realización del presente trabajo, al hacer las observaciones sobre el patrón esquelético de *M. quinquiesperforata*, para su inclusión dentro de los caracteres morfológicos tomados en cuenta, se pudo constatar que el dibujo que incluye DURHAM en su trabajo (1955: fig. 17A) es erróneo, por presentar mal interpretado el patrón de conjunción entre placas de la lúnula anal.

El análisis realizado por MORTENSEN (1948) sobre la sistemática de *M. longifissa*, sugiere que incluyó tanto a *M. notabilis* como a *M. kanakoffi* en sus descripciones, sin establecer bien, los límites de especie. La única variación geográfica de *M. longifissa*, al parecer, se encuentra en las islas Galápagos, al momento sólo se ha recolectado un ejemplar que está depositado en la California Academy of Sciences de San Francisco, California (CAS 065604), el cual se caracteriza por tener las lúnulas ambulacrales relativamente cortas y rectas a diferencia de la forma común que posee lúnulas anchas y curvadas hacia la línea media de la testa. En las localidades analizadas del estado de Colima, se observa la aparición de una sexta lúnula en los ejemplares de esa zona (aproximadamente en 2 de cada 10 ejemplares analizados). Este fenómeno se presenta de igual manera en la especie del Atlántico *M. tenuis*, a la altura de la región del delta de Mississippi (PAWSON com. pers.).

Como señalaron CAMPOS *et al.*, (1992), la distribución de *M. longifissa* dentro del Golfo de California debe ser revisada. CASO (1946, 1961, 1980a, b) señala que la distribución de esta especie va desde el Golfo de California a Panamá, los registros dentro de esta zona son dudosos; hasta la fecha no se han podido comprobar las consideraciones hechas por CASO (1980a), BRUSCA (1980) y POHLE (1989).

CASO (1980a) describió a *M. eduardobarrosoi* para la costa del Pacífico de México, sin tomar en cuenta las observaciones hechas por DURHAM (1961) sobre la forma de las lúnulas anteriores de *M. notabilis*, las cuales son festoneadas, con hundimientos muy marcados hacia dentro de las lúnulas: es exactamente en ese carácter en el que CASO (1980a) se basa principalmente para describir a *M. eduardobarrosoi*, especie que HAROLD & TELFORD (1990) sinonimizan con *M. notabilis*, sin revisar los ejemplares de la serie tipo. En este estudio se ratifica la propuesta de HAROLD & TELFORD (1990) para mantener a *M. eduardobarrosoi* como sinónima de *M. notabilis*.

La presencia de *M. grantii* dentro del Golfo de California sugiere que es un sitio de especiación alopátrica, lo cual se corrobora por la presencia de otros invertebrados marinos que habitan en esta zona.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. David D. Pawson y Cynthia Ahearn, del USNM, Washington, D. C., y al Dr. Gordon Hendler del LACM de los Angeles California, por el apoyo recibido durante las visitas de trabajo a las respectivas colecciones.

BIBLIOGRAFÍA

- AGASSIZ, L.E. 1835. Prodrôme d'une monographie des radières ou Echinodermes. *Mémoires de Société des Sciences Naturelles*. Neuchatel, 1: 168-199.
- AGASSIZ, L.E. 1841. Des Scutelles. Monographies d'Echinodermes vivants et fossiles (Seconde Monogr. Scute.) II. Echinites. Famille de Clypeasteroides. Des Scutelles. *Neuchatel*, 151 pp.
- AGASSIZ, L.E. et E. DESOR. 1847. Catalogue raisonné des familles, des genres et des espèces de la classe des Echinodermes. *Annales des Sciences Naturelles*, 3(6): 305-374.
- BLAINVILLE, H.M.D. 1830. *Zoophytes*. Dictionnaire des Sciences Naturelles. Paris: Le Normant, 60: 169-245.
- BRUSCA, R.C. (Ed.) 1980. *A Common Intertidal Invertebrates of the Gulf of California*. 2nd. Ed. Univ. Arizona Press, Tucson., 513 pp.
- BUITRON-SANCHEZ, B.E. Y SOLIS-MARIN, F.A. 1993. La biodiversidad en los equinodermos fósiles y recientes de México. Volumen Especial (XLIV) *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*, 209-231 pp.
- CAMPOS, E., DE CAMPOS, A. R. & J. RAMIREZ. 1992. Remarks on distribution and host for symbiotic crustaceans of the Mexican Pacific (Decapoda and Isopoda). *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 105(4): 753-759.
- CASO, M.E. 1946. Contribución al conocimiento de los Equinodermos de México. Distribución y morfología de *Mellita quinquesperforata* (Leske), *M. lata* Clark y *M. longifissa* Michelin. *An. Inst. de Biol. Univ. Nal. Autón. de México*, 18 (1-2):247-259.
- CASO, M.E. 1961. *Los Equinodermos de México*. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, 338 pp.
- CASO, M.E. 1980a. Contribución al estudio de los Echinozoa de México. La Familia Mellitidae Stefanini. Descripción de una nueva especie del género *Mellita*, *Mellita eduardobarrosi* sp. nov. *An. Centro de Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México*, 7 (2): 141-180.
- CASO, M.E. 1980b. Los equinoideos del Pacífico de México. Parte 3. Orden Clypeasteroidea. *An. Centro de Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México. Publicación especial*, (4): 1-252.
- CLARK, H.L. 1911. The genera of Recent clypeasteroids. *Annals Magazine of Natural History*, series, 8, 7: 593-605.
- CLARK, H.L. 1925. *Catalogue of the recent sea urchins*. British Natural History Museum, 250 pp.
- CLARK, H.L. 1940a. A keyhole Urchins (*Mellita*). *Proceedings of the United States National Museum*, 3099, 89: 435-444.
- CLARK, H.L. 1940b. Notes on Echinoderms from the West Coast of Central America. Eastern Pacific Expeditions of the New York Zoological Society. N° 21. *Zoologica (New York)* 25:331-352.
- CLARK, H.L. 1947. A new and remarkable keyhole urchin, *Mellita notabilis* n. sp. *Bulletin of Southern California Academy of Sciences*, 46(2):77-78.
- CLARK, H.L. 1948. A report of the Echini of the warmer Eastern Pacific, based on the collections of the "Velero" III. *Allan Hancock Pacific Expedition*, 8 (5):225-351.
- COOKE, C.W. 1942. Cenozoic irregular echinoids of eastern United States. *Journal of Paleontology*, 16: 1-62.
- DURHAM, J.W. 1955. Classification of Clypeasteroid Echinoids. *University of California. Publications in Geology Sciences*, 31(4):73-198.
- DURHAM, J.W. 1961. The Echinoid *Mellita* in the Pacific Coast Cenozoic. *Contr. Sci., Los Angeles County Museum*, 48:1-12.
- EBERT, T.A. & DEXTER, M.D. 1976. Morphological comparison of *Mellita grantii* and *Mellita longifissa*. *Ciencias Marinas*, 3(2): 8-17.
- GMELIN, J.F. 1788. *Linnaei Systema Naturae*. 8th edition, 3200 pp.
- GRAY, J.E. 1855. *Catalogue of Recent Echinida in the British Museum (Natural History)*. London: British Museum of Natural History, 69 pp.
- HAROLD, A.S. & M. TELFORD. 1990. Systematics, phylogeny and biogeography of the genus *Mellita* (Echinoidea: Clypeasteroidea). *Journal of Natural History*, 24: 987-1026.
- HENDLER, G., MILLER, J.E., PAWSON, D.L. & P.M. KIER. 1995. *Sea stars, sea urchins & allies: Echinoderms of Florida & the Caribbean*. Smithsonian Institution Press, 390 pp.
- KLEIN, T. 1734. *Naturalis dispositio Echinodermatum*. Gedani: T. J. Schreiber, 30-31 pp.
- LAMARCK, J.B. 1801. *Systema des animaux sans vertebres*. Paris: (reprinted by impression Anastaltique, Culture et Civilisation, Bruxelles, 1969), 432 pp.

- LAMARCK, J.B. 1816. *Histoire Naturelle des Animaux sans vertebres*. III. Paris. 130 pp.
- LAMBERT, J. & THIÉRY, P. 1921. *Essai de nomenclature raisonnées des Échinides*. Chaumont, 607 pp.
- LESKE, N.G. 1778. *Additamenta ad Jacob Theodory Klein Naturalem Dispositionem Echinodermatum et Lucubratiunculam de Aculeis Echinorum Marinorum*. Upsala, 216 pp.
- LÜTKEN, C.F. 1864. *Bidrag til Kundskab om Echiniderne*. Copenhagen, 139 pp.
- MICHELIN, M.H. 1858. Du genre *Mellita* Famille des Clypeastroides. *Revue et Magasin de Zoologie*, 8: 2-7.
- MOOL, R. & HAROLD, A.S. 1994. Anatomical observations of the sand dollar *Mellita quinquesperforata* (Leske, 1778) (Echinodermata: Echinoidea) and the designation of a neotype. *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 107(4):751-759.
- MORTENSEN, T. 1948. *A monograph of the Echinoidea. Number 2 volume 4: Clypeastroida, Clypeastridae, Arachnoididae, Fibularidae, Laganidae and Scutellidae*. C. A. Reitzel Publishers, Copenhagen. 471 pp.
- ORTIZ, M. 1984. Los erizos irregulares (Echinoidea, Irregularia) mas comunes del Pacífico de Nicaragua. *Revista de Investigaciones Marinas*, 5: 91-94.
- POHLE, G. 1989. Development and morphology of laboratory-reared larvae of *Dissodactylus nitidus*, 1840 (Decapoda: Brachyura), with a discussion of phylogenetic aspects in the Pinnotheridae. *Journal of Crustacean Biology*, 9: 278-296.
- RAVENEL, E. 1848. *Echinidae Recent and Fossil of South Carolina*. Charleston, South Carolina, 4 pp.
- SERAFY, D.K. 1979. *Memoirs of the Hourglass Cruises. V (III): Echinoids (Echinodermata: Echinoidea)*. St. Petersburg, Florida Dep. of Natural Resources, 120 pp.
- SMITH, A.B. 1984. *Echinoid Palaeobiology. Special topics in Palaeontology*. London, Press. 632 pp.
- SOLIS-MARIN, F.A.; M.D. HERRERO-PÉREZRU; A. LAGUARDA-FIGUERAS Y J. TORRES-VEGA. 1993. *Asteroideos y Equinoideos de México (Echinodermata)*. pp 91-105 In *Biodiversidad Marina y costera de México*. S. I. Salazar-Vallejo y N. E. González (eds.). Com. Nal. Biodiversidad. CIQRO, México, 865 pp.
- STEFANINI, G. 1911. Osservazione sulla distribuzione geografica, sulle origine e sulla filogenesi degli Scutellidae. *Bolletín di Società Geol. Italiana*, 30: 739-754.
- TOMMASI, L.R. 1974. Observações sobre la distribuição batimétrica de seis espécies de equinodermes na região da desembocadura do Rio Doce. *Revista Brasil. Biológica*, 34(2): 187-190.
- VERRILL, A.E. 1868. Notes on Radiata. Number 3. On the geographic distribution of the echinoderms of the west coast of America. *Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences*, 1: 323-351.
- VERRILL, A.E. 1871. Notes on Radiata. Number 8. Additional observations on echinoderms chiefly from the Pacific coast of America. *Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences*, 1: 568-593.

Una especie nueva de anfípodo anchialino del género *Socarnopsis* (Amphipoda, Lysianassidae) del sistema cavernario de Playa Girón, Cuba

A new species of anchialine amphipod crustacean of the genus Socarnopsis (Amphipoda, Lysianassidae) of the Cavern System of Playa Giron, Cuba

Manuel Ortiz, Alfredo García-Debrás y Rogelio Lalana

Centro de Investigaciones Marinas, Universidad de La Habana, Cuba.

Resumen

Se describe una especie nueva de anfípodo del género *Socarnopsis* colectada en el sistema cavernario de Playa Girón, Matanzas. También se presentan los caracteres diferenciales más notables con *S. catacumba*, la otra especie del género conocida para el Atlántico Occidental Tropical.

Abstract

A new species of amphipod crustacean of genus *Socarnopsis* collected, at the Cave system of Playa Girón, Matanzas, is herein described. The main features to distinguish the new species from *S. catacumba*, the other known species of this genus, in the Western North Atlantic, are also pointed out.

Palabras clave: Amphipoda, Lysianassidae, especie nueva, cueva anchialina, Cuba.

Key words: Amphipoda, Lysianassidae, new species, anchialine cave, Cuba.

INTRODUCCION

En la Florida, Cuba y el Mar Caribe existe hasta el presente un solo representante cavernícola de la familia Lysianassidae: *Socarnopsis catacumba* (Clark & Barnard, 1985), que fue descubierta en un "Blue Hall", en las Bahamas. La misma fue encontrada posteriormente en una cueva submarina, en la costa Norte de la provincia Ciudad de La Habana, a más de 10 m de profundidad (ORTIZ Y LALANA, 1989). Según LOWRY Y STODDART (1997), nunca más ha sido registrada para la región.

Revisando muestras de crustáceos peracáridos del sistema cavernario de Playa Girón, Sur de la provincia de Matanzas, fue detectado un ejemplar de anfípodo, que hace más de 10 años fue colectado por el segundo autor, mediante buceo autónomo y guardado en un frasco, que fue rotulado como un lysianásido sin determinar. Hace unas semanas, fue vuelto a estudiar, llegándose a la conclusión de que se trata de un ejemplar del género *Socarnopsis*, muy semejante a *S. catacumba*, que constituye una especie nueva para la Ciencia. La misma se describe a continuación.

MATERIALES Y MÉTODOS

La clasificación de la setas del palpo mandibular se refiere al sistema propuesto por STOCK (1974) mientras que la del lóbulo externo de la maxila 1 obedece al propuesto por WATLING (1989), modificado por LOWRY Y STODDART (1997) que ya se han hecho universales.

Las figuras han sido confeccionadas con el auxilio de la cámara clara.

SISTEMATICA

Socarnopsis karamani especie nueva (Figuras 1-3)

Holotipo: hembra con oostegitos; 4.3 mm; Cueva Ilona, sistema cavernario de Playa Girón, Matanzas; 35 ppm; 9 de septiembre de 1992; depositado, en la colección del Centro de Investigaciones Marinas, de la Universidad de La Habana, No. 56.

Etimología: Especie dedicada al Dr. Gordan Karaman, Podgorica, Yugoslavia, por su gran contribución al conocimiento de los anfípodos de todo el mundo.

Diagnosis: Cabeza con el ojo alargado, oval, con más de 30 ommatídeos, ocupando casi el 30 % de la superficie de la cabeza; rostro curvado y corto. Cuerpo liso. Coxa 1 casi del tamaño de la 2. Artejo 2 del palpo mandibular armado con 5 espinas medio distales. Gnatópodo 1 con el borde posterior del artejo 6 con 4 espinas fuertes en su mitad distal; dactilo simple. Pereiópodos 5-7 con el lóbulo posterior del artejo 2 fuertemente aserrado. Pedúnculo del urópodo 3 mucho mas largo que sus ramas. Artejo 3 de la antena 1 con 5 aestetascos. Telson muy hendido; más largo que ancho. Oostegitos filiformes.

Descripción del holotipo: Cabeza más alta que larga. Antena 1 con los artejos 1-3 del pedúnculo muy anchos; artejo 1 algo mas largo que el 2 y el 3 juntos; flagelo accesorio con 4 artejos, el distal con un penacho de setas largas; flagelo principal con 5 largos aestetascos en el artejo 1; con 2 cada uno, en los artejos 2-5. Antena 2 estrecha; artejos 4 y 5 subiguales en largo; artejo 4 mas ancho en su parte distal; artejo 5 con 4 setas distales; flagelo incompleto a partir del artejo 6.

Mandíbulas con 3 setas accesorias; *lacinia mobilis* ausente; molar no triturador, redondeado; palpo con el artejo 2 alargado, con 5 setas equidistantes en el tercio distal en el derecho y 3 en el izquierdo; artejo 3 con 4 setas D y 6 E.

Maxila 1 con 9 espinas dentadas en la región distal del lóbulo externo; con STA-STC largas, la STA con 10 o más cúspides situadas en la zona medio distal; la STB con 3-10 cúspides; la STC con 2-4 cúspides; la STD corta, piramidal, con 8-10 cúspides; ST1 ausente; ST2 con 3 cúspides medio distales; ST3 con 4; la ST5 con 6-8; ST6 ausente; ST7 situada más basalmente que cualquier otra, con 8-12 cúspides. Palpo ancho y armado de pequeños dientes en su parte distal.

Maxila 2 con ambos lóbulos alargados; borde interno del lóbulo interno armado con 2 setas submarginales largas y 2 cortas.

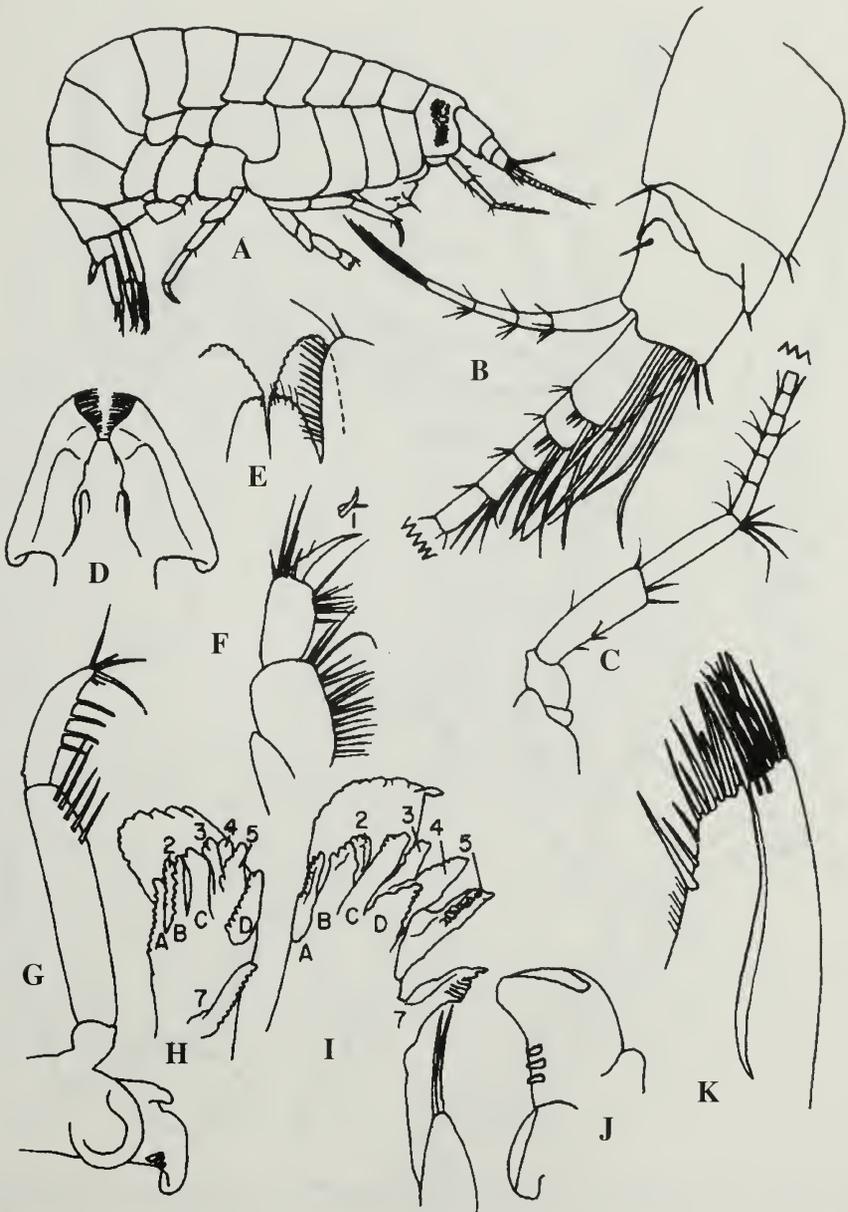


Figura 1. *Socarnopsis karamani* especie nueva. A, Vista lateral del holotipo; B, antena 1; C, antena 2; D, labio inferior; E, lóbulos del maxilípodo; F, palpo del mismo; G, mandíbula izquierda; H, maxila 1 izquierda; I, maxila 1 derecha; J, mandíbula derecha; K, maxila 2.

Figure 1. *Socarnopsis karamani* new species. A, Lateral view of holotype; B, antenna 1; C, antenna 2; D, lower lip; E, lobes of maxilliped; F, palp of same; G, left mandible; H, left maxilla 1; I, right maxilla 1; J, right mandible; K, maxilla 2.



Figure 2. *Socarnopsis karamani* especie nueva, A. Gnatópodo 1; B, Gnatópodo 2; C, pereiópodo 5; D, pereiópodo 3; E, Pereiópodo 4; F, pereiópodo 6.

Figura 2. *Socarnopsis karamani* new species, A. Gnathopod 1; B, gnathopod 2; C, pereiopod 5; D, pereiopod 3; E, pereiopod 4; F, pereiopod 6.

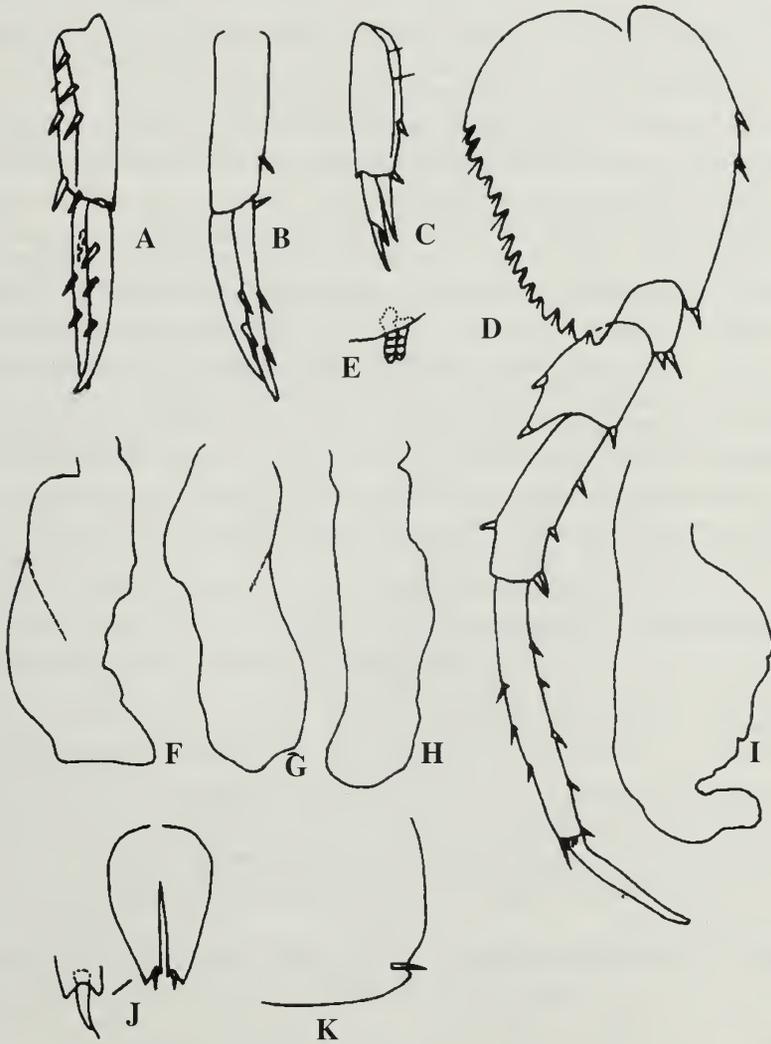


Figura 3. *Socarnopsis karamani* especie nueva, A. Urópodo 1; B, urópodo 2; C, urópodo 3; D, pereiópodo 7; E, espinas de acoplamiento en el pleópodo 1; F, Branquia de la coxa 2; G, branquia de la coxa 3; H, branquia de la coxa 5; I, branquia de coxa 4; J, telson; K, epímero 3.

Figure 3. *Socarnopsis karamani* new species, A. Uropod 1; B, uropod 2; C, uropod 3; D, pereopod 7; E, coupling spines on pleopod 1; F, gill on coxa 2; G, gill on coxa 3; H, gill on coxa 5; I, gill on coxa 4; J, telson; K, epimerum 3.

Maxilípedos con el lóbulo interno subrectangular y corto, llevando 3 dientes distales; lóbulo externo llegando hasta el mismo nivel que el artejo 2 del palpo, redondeado, sin setas, con el borde crenulado a lo largo de su borde distal e interior; artejo 2 del palpo con 18 setas en el borde interno, artejo 3 con 7 setas en su penacho distal interno; dactilo alargado, estrechándose hacia el extremo distal, que es bífido.

Labio inferior con los márgenes externos del lóbulo externo oblicuos; con un penacho de setas paralelas, a cada lado del sector distal de cada lóbulo externo; lóbulo interno presente; lóbulo mandibular poco desarrollado.

Coxas 1-4 con setas diminutas submaginales en su borde ventral.

Coxa 1 redondeada ventralmente, con una pequeña muesca en su ángulo posteroventral. Artejo 1 del gnatópodo 1 alargado, más largo que los artejos 3-6 juntos; artejo 6 con 4 espinas en la mitad distal de su borde posterior, estrechándose hacia el dactilo; este último, con uña. Coxa 2 con su borde ventral casi recto, con una muesca muy pequeña en su ángulo ventral posterior. Gnatópodo 2 con los artejos 2 y 3 estrechos; artejo 4 subcuadrado; artejo 6 más corto que el 5, no claramente subquelado; dactilo corto, fuerte, que surge bajo un pequeño lóbulo, en forma de pico de cotorra (típico de varios géneros de la familia).

Coxa 3 subrectangular, más ancha ventralmente. Pereiópodo 3 con su artejo 2 con una seta distal posterior; artejo 4 formando un lóbulo anterodistal; resto del apéndice ausente.

Coxa 4 muy grande, con un gran lóbulo posterior. Artejo 2 del pereiópodo 4 protegido totalmente por la coxa; artejos 4 y 5 alargados, con varias setas en su borde posterior; artejo 6 armado con dos espinas posteriores cerca de la base del dactilo, precedidas por otra más fuerte y roma. Coxa 5 redondeada. Pereiópodo 5 con el artejo 2 formando un gran lóbulo posterior, redondeado y armado con 14 dientes aserrados; artejo 4 formando un lóbulo posterior, que cubre parte del artejo 5. Coxa 6 cuadrada. Pereiópodo 6 más largo que el 5, pero más corto que el 7; con un lóbulo posterior ovoidal, armado con 13 dientes aserrados; artejo 4 formando lóbulo posterior. Coxa 7 parecida a la 6, pero más pequeña. Pereiópodo 7 con el lóbulo posterior del artejo 2 más estrecho que el del pereiópodo 6; armado con 15 dientes aserrados; artejo 4 formando un lóbulo posterior.

Pleópodos con un par de espinas de acoplamiento; las del primer par, con 3 estrías transversas equidistantes.

Urópodo 1 con las ramas subiguales, del mismo largo que el pedúnculo, cada una armada con 3 espinas equidistantes. Urópodo 2 con la rama interna más corta que la externa; con 2 y 3 espinas, respectivamente. Urópodo 3 con el margen medioapical de la rama externa bífido, con la espina más corta, avanzando a la par que la rama interna.

Telson más largo que ancho, hendido casi 2/3 de su extensión; bordes laterales convergiendo hacia una escotadura distal, cuyo ángulo externo sobresale más que el interno, llevando una espina fuerte con seta terminal.

Branquias saculares en las coxas 2-6; la de la coxa 4, con su extremo distal doblado casi en ángulo recto; coxa 6, casi de la mitad del largo de las anteriores.

Color: cuerpo rosado; ommatídeos de los ojos rojo-anaranjados, después de más de 10 años en alcohol.

Macho: desconocido.

DISCUSION

Socarnopsis karamani especie nueva, difiere de *S. catacumba* en que la primera presenta en la antena 1 un flagelo accesorio de 4 artejos y 5 aestetascos apicales en el artejo 3 del pedúnculo, mientras que en *S. catacumba* el flagelo accesorio es de 5-6 artejos y posee 9 aestetascos. El labio inferior en *S. karamani* especie nueva presenta las márgenes externas del lóbulo externo oblícuas, mientras que son paralelos en *S. catacumba*. El lóbulo interno de la maxila 2 de *S. karamani* posee 2 setas submarginales largas y dos cortas, mientras que *S. catacumba* aparecen más de 6. Por otra parte, *S. karamani* especie nueva tiene en el artejo 6 del gnatópodo 2 tres setas en el ángulo anterodorsal, mientras que en *S. catacumba* aparecen formando un penacho. La coxa 4 de *S. karamani* especie nueva lleva un lóbulo posterior muy largo, el cual es más corto en *S. catacumba*. Además, en el borde posterior del lóbulo aserrado del artejo 2 de los pereiópodos 5, 6 y 7 con 14, 13 y 15 dientes grandes, respectivamente, mientras que en *S. catacumba* son 19, 19 y 16. Otras diferencias son que en el epímero 3 de *S. karamani* especie nueva presenta el ángulo posterior ventral casi recto, mientras que en *S. catacumba* es más aguzado. Otras diferencias a considerar son que el telson de *S. karamani* especie nueva se estrecha desde su base gradualmente hacia su ápice, mientras que en *S. catacumba* lo hace a partir de su punto medio.

Finalmente, *S. karamani* especie nueva es de color rosado y proviene de una cueva anquialina, mientras que *S. catacumba* es roja, aún después de varios años en alcohol, siendo propia de cuevas sublitorales submarinas.

BIBLIOGRAFIA

- ORTIZ, M. & R. LALANA. 1989. Nuevas consignaciones de crustáceos marinos cubanos. *Rev. Invest. Mar.* 10 (3): 219-221.
- LOWRY, J. K. & H. E. STODDART. 1997. Amphipoda Crustacea IV. Families Aristiidae, Cyphocarididae, Endeavouridae, Lysianassidae, Scopelocheiridae, Uristidae. *Mem. Hourglass Cruises* 10(1): 1-148.
- STOCK, J.H. 1974. The systematic of certain Ponto-Caspian Gammaridae (Crustacea, Amphipoda) *Mitt. Hamburg. Zool. Mus. Inst.* 70:75-95.
- WATLING, L. 1989. A classification system for crustacean setae based on the homology concept. Pp. 15-72. In: B. E. Felgenhauer, L. L. Watling, and A.B. Thistle (editors) *Functional Morphology of feeding and grooming in crustacean. Crustacean Issues* 6, Balkema, Rotterdam.

Nuevos copépodos e isópodos (Crustacea), parásitos de peces del Archipiélago Cubano, con la descripción de una nueva especie de copépodo

New fish parasite copepod and isopod crustaceans (Crustacea), from the Cuban Archipelago, with the description of a new species of copepod

Manuel Ortiz¹, Rogelio Lalana¹ y Eggy Suárez²

¹Centro de Investigaciones Marinas, Universidad de La Habana

²Acuario Nacional de Cuba, Ministerio de Ciencias, Tecnología y Medio Ambiente

Resumen

Se describe una especie de copépodo del género *Sagum* Wilson, 1913 y se citan dos isópodos parásitos de peces del Archipiélago Cubano. Es la primera vez en Cuba, que se cita un hospedero para el isópodo *Anilocra haemuli* Williams y Williams, 1981. El material estudiado proviene de colectas efectuadas por el tercer autor, en las aguas aledañas al Cabo de San Antonio, Pinar del Río.

Abstract

A new species of parasite copepod crustacean of the genus *Sagum* Wilson, 1913, is here described, but two isopod crustaceans were also studied. This is the first host record for the isopod *Anilocra haemuli* Williams and Williams, 1981, in Cuba. The material, upon which this study is based, were caught on the surrounding waters of the Cape of San Antonio, Pinar del Río.

Palabras clave: crustáceos parásitos; copépodos; isópodos; Archipiélago Cubano

Key words: parasite crustaceans; copepods; isopods; Cuban Archipelago

INTRODUCCION

La información existente en Cuba sobre copépodos e isópodos parásitos de vertebrados marinos y estuarinos es realmente escasa. De estos, los copépodos parásitos de peces marinos registrados en Cuba son 9, otro lo es del manatí, sin embargo, el grupo se ha venido estudiando en el área hasta nuestros días, desde los trabajos clásicos de WILSON (1905, 1907, 1908, 1911, 1913, 1932); el de BERE (1936) y los de PEARSE (1951, 1952).

Entre los isópodos parásitos de peces, el número total de citas cubanas no sobrepasa las 15 especies (ORTIZ, LALANA Y GOMEZ, 1987; GOMEZ Y CARRILLO DE ALBORNOZ, 1987; KENSLEY & SCHOTTE, 1989). La Monografía de RICHARDSON (1905), que incluye isópodos parásitos, ha sido el clásico de mayor trascendencia en el estudio del grupo, cuya consulta es imprescindible aún en nuestros días. También WILLIAMS Y WILLIAMS (1981), dieron a conocer un trabajo sobre el género *Anilocra* en el área, que se destaca por su importancia, entre muchos otros de isópodos parásitos de peces, publicados por estos.

Además, NIKOLAEVA Y EZPELETA (1967), en un trabajo sobre parásitos de peces del Golfo de México, ofrecieron los datos sobre los crustáceos parásitos de varias localidades de la plataforma noroccidental cubana y del resto del Golfo. Es de destacar que dichos autores encontraron un ejemplar de *Lachnolaimus maximus* (Walbaum, 1792), infestado con 324 crustáceos no determinados, lo que según ellos, constituyó la invasión más alta encontrada en ese estudio.

Como entre nuestros resultados aparece un parásito de *L. maximus*, debemos señalar que dicha especie, al menos en las aguas cubanas, no suele picar al anzuelo, ni capturar en los arrastres camaroneros, lo cual justifica la falta de información parasitológica que ha habido sobre este pez, hasta mediados del presente siglo. Al comenzar las pesquerías mediante buceo, 5 décadas atrás, sus capturas han sido considerables, sin embargo, no conocemos de registros previos de isópodos ectoparásitos, en dicha especie.

El presente estudio, se basa en una colección de parásitos de peces efectuada por el tercer autor, en las aguas aledañas al Cabo de San Antonio, en el extremo más occidental del país, en el mes de Abril de 1999.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los hospederos fueron capturados con escopetas de pesca submarina. La longitud total (Lt) de estos, se ha tomado con un Ictiómetro graduado.

Las figuras que se presentan han sido realizadas con el auxilio de la cámara clara.

Todos los parásitos han sido depositados en la colección de invertebrados del Centro de Investigaciones Marinas, de la Universidad de La Habana.

En asterisco (*) significa un nuevo registro de hospedero para esa especie en Cuba.

SISTEMATICA

SUBCLASE COPEPODA

ORDEN Siphonostomatoida Thorell, 1859

Familia DICHELESTHIIDAE Dana, 1853

Género *Sagum* Wilson, 1913

Sagum poeyi especie nueva

(Figura 1)

Holotipo: hembra ovígera; 5.3 mm de largo y 3 mm de ancho; 9 de Abril de 1999; Cabo San Antonio, 12 m de profundidad; hospedero, *Lachnolaimus maximus* (Walbaum, 1792), Lt. 64 cm. Conservado en la colección del Centro de Investigaciones Marinas, de la Universidad de La Habana (CIM), No. 169.

Paratipo: hembra no ovígera, 5.2 mm de largo y 2 mm de ancho; 9 de Abril de 1999; W de Punta Cajón, frente al Faro de Roncalí, 4 metros de profundidad; hospedero, *Mycteroperca bonaci* (Poey, 1860), Lt. 100 cm. Conservado junto al Holotipo, No. 170.

Etimología: Especie dedicada al insigne sabio cubano Don Felipe Poey y Aloy.

Descripción de la hembra: Cuerpo aplanado, dorso convexo región ventral cóncava. Cabeza casi de un tercio del largo del cuerpo, sin escotadura anterior, cuyas alas no están bien definidas, pero dándole un aspecto subtriangular a la región cefálica, cabeza del mismo ancho que la región anterior torácica. Capa torácica no más de dos tercios del largo del tórax. Región posterior del cuerpo casi redondeada.

Antena 1 compuesta de seis artejos, con una almohadilla basal estriada y una seta larga y curva, dirigida hacia adelante, en el artejo 1; con una espina fuerte dirigida hacia atrás en el artejo 2; artejo 4 desnudo, más largo que el 3 y el 5; artejo 6 corto, terminando en una corona de setas muy cortas. Antena 2 muy robusta, con el garfio distal curvado y afilado.

Mandíbula ovoidal; maxila 1 curvada hacia la línea media. Maxila 2 alargada, con su palpo largo. Maxilípodo más robusto que las piezas anteriores, con un garfio terminal.

Estructuras genitales externas consistentes en dos proyecciones tubulares quitinizadas separadas y truncas cuyo diámetro menor está en la parte media de los mismos, labios externos del poro genital engrosados.

Pata 1 vestigial y birramosa. Pata 2 similar a la anterior en forma y tamaño. Pata 3 insertada en un lóbulo bifido; compuesta de un artejo corto, llevando una seta curvada algo más larga que su base. Pata 4 insertada en la parte distal externa de su pedúnculo; muy semejante a la pata 3; endo y exopoditos laminares, redondeados y muy anchos, llevando cada uno una proyección más corta que el largo de su lóbulo.

Huevos dispuestos en dos hileras dentro del oviducto, que se hacen perfectamente redondos, justo antes de su salida.

Macho desconocido.

Observaciones: Del Género *Sagum* se conocen tres especies *S. angulatus* (Kroyer, 1863), *S. flagellatum* Wilson, 1950 y *S. texanum* Pearse, 1952. *Sagum poeyi* especie nueva, se diferencia de las especies anteriores por el armamento de las patas y la forma de la cabeza y el cefalotórax. Ninguna de las tres especies previamente descritas posee la almohadilla estriada en la base de la primera antena y la setotaxia de la misma, es diferente, ya que en *S. poeyi* sp. n., lleva una seta en el artejo 1, otra en el artejo 3 y una corona de setas cortas en el artejo distal. También las proyecciones genitales de *S. poeyi* sp. n., surgen más separadas. La base de las patas 3 y 4 es más larga que en las restantes especies.

La capa de *S. poeyi* sp. n. es corta, sólo comparable con la de *S. texanum*. Además la proyección distal del exo y endopodito de la pata 4 es más corto que el de este último.

Aunque el holotipo y el paratipo de *S. poeyi* especie nueva no proceden del mismo hospedero, por tratarse de dos especies de peces demersales, colectados en localidades muy cercanas, resulta lógico suponer que ambos pudieron ser infestados por dos ejemplares *S. poeyi* especie nueva, de la misma población.

SUBCLASE MALACOSTRACA

Superorden Peracarida

ORDEN Isopoda

Suborden Flabellifera Sars, 1815

Familia AEGIDAE Leach, 1815

Género *Rocinela* Leach, 1818

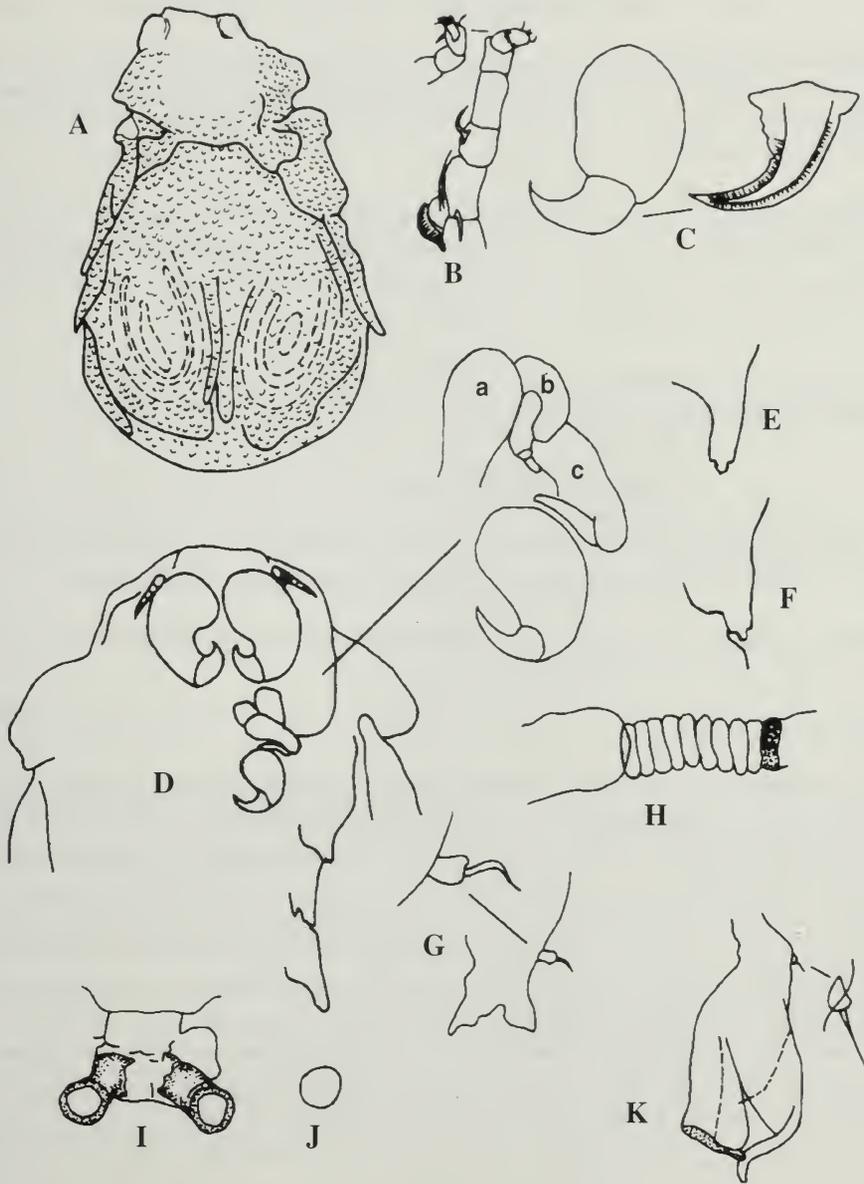


Figura 1. *Sagum poeyi* especie nueva; A, vista dorsal de la hembra; B, antena 1; C, artejos distales de la antena 2; D, vista ventral de la región anterior: a, mandíbula, b, maxilla 1, c, maxilla 2, d, maxilípedo; E, pata 1; F, pata 2; G, pata 3; H, sector del oviducto, mostrando los huevos; I, poros genitales; J, huevo; K, pata 4.

Figure 1. *Sagum poeyi* new species; A, dorsal view of body; B, antenna 1; C, distal articles of antenna 2; D, ventral view of anterior region: a, mandible, b, maxilla 1, c, maxilla 2, d, maxilliped; E, leg 1; F, leg 2; G, leg 3; H, section of oviduct showing the eggs; I, genital pore; J, egg; K, leg 4.

Rocinela signata Schioedte y Meinert, 1879

Material estudiado: Macho; 13 mm. Macho; 14 mm; hospedero *Lutjanus cyanopterus* (Cuvier, 1828); Lt. 90 cm. Macho; 28 mm. Macho; 11 mm.. Hembra; 19 mm. Hembra; 14.9 mm. Hospedero *L. analis* (Cuvier, 1828); Lt. 45 cm; Cayo Juan Díaz, Cayería Las Leñas; 4 de Abril de 1999; 2 m de profundidad. Colección del CIM, No. 171.

Observaciones: es la segunda vez que se señala un hospedero para *R. signata*, en Cuba. Antes, GOMEZ Y CARRILLO DE ALBORNOZ (1987), la señalan en *Ocyurus chrysurus* (Bloch, 1791), de la costa sur oriental del país. También, ORTIZ, LALANA Y GOMEZ (1995), registran las picadas de este isópodo, en el país.

Familia CYMOTHOIDAE Leach, 1818

Género *Anilocra* Leach, 1818

Anilocra haemuli Williams y Williams, 1981 *

Material estudiado: Hembra; 21 mm; 7 de Abril de 1999; Playa Las Tumbas, Cabo San Antonio; 4 m de profundidad; hospedero, *Epinephelus fulvus* (Linnaeus, 1758); Lt. 20 cm.

Observaciones: es la primera vez que se señala un hospedero para *A. haemuli*, en el Archipiélago cubano. Colección del CIM, No. 172.

BIBLIOGRAFIA

- BERE, R. 1936. Parasitic copepods from Gulf of Mexico Fish. *American Midland Naturalist* 17(3):577-625.
- GOMEZ, O Y CARRILLO DE ALBORNOZ. 1987. Nuevos registros de isópodos parásitos para la rabirrubia (*Ocyurus chrysurus*) en la plataforma cubana. *Rev. Invest. Mar.* 8(3): 63-70.
- KENSLEY, B & SCHOTTE, M. 1989. Guide to the Marine Isopod Crustaceans of the Caribbean. *Smithsonian Institution Press*, pp. 308.
- NIKOLAeva; V. M. Y EZPELETA, C. 1967. Sobre la fauna parasitológica de los peces del Golfo de México. *Estudios, Inst. de Ocean.* 2 (2): 81-92.
- ORTIZ, M, LALANA, R. Y GOMEZ, O. 1987. Lista de especies y bibliografía de los isópodos (Crustacea, Peracarida) de Cuba. *Rev. Invest. Mar.* 8 (3): 29-38.
- ORTIZ, M, LALANA, R. Y GOMEZ, O. 1995. Registros de picadas al hombre de *Rocinela signata* (Crustacea, Isopoda, Aegidae), en Cuba. *Rev. Invest. Mar.* 14 (2-3): 167-168.
- PEARSE, A.S. 1951. Parasitic Crustacea from Bimini, Bahamas. *Proc. U.S. Nat. Mus.* 101:341-372.
- PEARSE, A.S. 1952. Parasitic Crustacea from the Texas Coast. *Publ. Invest. Mar. Sci. Univ. Texas* 2 (2):5-42.
- RICHARDSON, H. 1905. A Monograph of the isopods of North America. *Bull. U.S. Nat. Mus.* 5 4: 1-727.
- WILLIAMS, L.B. & WILLIAMS, E.H. 1981. Nine new species of *Anilocra* external parasites of West Indian Coral Reef Fishes. *Proc. Biol. Soc. Wash.* 94 (4): 1005-1047.
- WILSON. C.B. 1905. North American parasitic copepods belonging to the family Caligidae. Pt. I. The Caliginae. *Proc. U.S. Nat. Mus.* 28: 479-672.
- WILSON. C.B. 1907. North American parasitic copepods belonging to the family Caligidae. Pts. 3 y 4. A revision of the Pandarinae and the Cercopinae. *Proc. U.S. Nat. Mus.* 33: 323-490.
- WILSON. C.B. 1908. North American parasitic copepods: new genera and species of Caliginae. *Proc. U.S. Nat. Mus.* 33: 593-627.
- WILSON. C.B. 1911. North American copepods belonging to the family Ergasilidae. *Proc. U.S. Nat. Mus.* 39: 263-400.
- WILSON. C.B. 1913. Crustacean parasites of West Indian fishes and land crabs, with descriptions of new genera and species. *Proc. U.S. Nat. Mus.*
- WILSON. C.B. 1932. The copepods of the Woods Hole Region, Massachusetts. *Bull. U.S. Nat. Mus.* 47: 565-729.

Nuevos registros de polillas (Lepidoptera) para Cuba

New moth records from Cuba (Lepidoptera)

Rayner Núñez Águila

Departamento de Invertebrados, Instituto de Ecología y Sistemática, Ciudad de La Habana, Apartado postal 8029, La Habana 10800, Cuba.

Resumen

Se registran por primera vez para Cuba dos subfamilias, nueve géneros y 17 especies de polillas. Estos registros son el resultado de la revisión de la colección del Instituto de Ecología y Sistemática y de recientes colectas en localidades de la mitad occidental de Cuba.

Abstract

Two subfamilies, nine genera and 17 moth species are newly recorded from Cuba. These records result from a revision of Instituto de Ecología y Sistemática entomological collection and from recent field trips conducted in mid-western Cuba.

Palabras claves: polillas, Lepidoptera, nuevos registros, Cuba.

Key words: moths, Lepidoptera, new records, Cuba.

INTRODUCCIÓN

La fauna de mariposas de Cuba ha sido bien estudiada taxonómicamente. Sin embargo, las polillas, que constituyen la mayor parte del orden Lepidoptera, no han tenido el mismo tratamiento. Algunas familias de polillas cubanas fueron revisadas o inventariadas, al menos parcialmente, en la segunda mitad del siglo pasado: Sphingidae (ZAYAS Y ALAYO, 1956; OTERO, 1999), Notodontidae (TORRE Y ALAYO, 1959), Pyralidae (TORRE, 1967). Pero sin duda alguna el mayor aporte fue realizado por ALAYO Y VALDÉS (1982). Estos últimos autores incluyeron en su trabajo 539 especies de microlepidópteros agrupadas en 37 familias. Años después, ZAYAS (1989), en un trabajo general sobre el orden Lepidoptera, listó especies de varias familias, incluyendo a los noctúidos, mientras que para el resto de las familias mencionó los géneros y las especies más comunes y/o interesantes.

En el presente trabajo se registran por primera vez para Cuba dos subfamilias, nueve géneros y 17 especies de polillas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Parte de los registros proviene de especímenes colectados años atrás y que habían permanecido hasta el momento erróneamente identificados o sin determinar en la colección entomológica del Instituto de Ecología y Sistemática.

El resto de la información proviene de colectas recientes realizadas por el autor en algunas localidades de la mitad occidental de Cuba. Todos los ejemplares se encuentran depositados en la colección del Instituto de Ecología y Sistemática.

La identificación se realizó utilizando la literatura especializada, citada en cada caso, y por comparación con ejemplares depositados en la colección del IES.

Siglas utilizadas: CZACC-Colecciones Zoológicas de la Academia de Ciencias de Cuba, LF-Luz Fluorescente, LVM-Luz de Vapores de Mercurio, LVS-Luz de Vapores de Sodio, FAME-Facultad Agropecuaria de Montaña del Escambray, IES-Instituto de Ecología y Sistemática.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Familia NOCTUIDAE

Subfamilia Acontiinae

Tripudia quadrifera (Zeller, 1874)

Erastia quadrifera Zeller, 1874. *Verh. Zool.-bot. Ges. Wien*, XXIV: 425.

Material examinado: dos ejemplares (CZACC 7.515852 y 7.515593) colectados en Cuabitas, Santiago de Cuba, I/1953 y VI/1954 respectivamente, se encontraban sin identificar en la colección del IES. Un ejemplar (CZACC 7.516485) colectado por el autor en una LVM en Villa Azul, Cayo Coco, archipiélago Sabana-Camagüey, IX/2001. Dos ejemplares (CZACC 7.517076 y 77) capturados al acudir a LF en El Castillito, FAME, Topes de Collantes, Sancti Spíritus, V y VI/2002, respectivamente. Dos ejemplares (CZACC 7.517078 y 79) colectados en los alrededores de las cabezadas del río Caballero, Topes de Collantes, VI/2002.

Observaciones: La identificación se hizo por comparación con las ilustraciones de BARNES (2001a) y ZAGATTI, LALANE-CASSOU & LE DUCHAT D' ABUGNY (1995). Descrita originalmente de México, su distribución conocida actualmente comprende Centroamérica, el sur de los Estados Unidos y Antigua, San Vicente, Las Granadinas, y Granada en las Antillas Menores (ZAGATTI *et al.*, 1995). Es el primer registro del género para Cuba.

Subfamilia Amphipyriinae

Dypterigia ordinarius (Butler, 1879)

Prometopus ordinarius Butler, 1879. *Trans. Ent. Soc. Lond.*: 21.

Material examinado: 13 ejemplares (CZACC 7.508509 al 20 y 7.517154), colectados en Pílogo, El Johnson, y La Breña, región de Moa, Holguín, VI/1954; así como Santiago de Cuba, VI/1942, y La Gran Piedra, VII/1953, VIII/1960, VI/1962, en Santiago de Cuba. Todos depositados en la colección del IES. Dos ejemplares (CZACC 7.517010 y 7.517150) colectados al acudir a LF en El Castillito, FAME, Topes de Collantes, V/2002 y VI/2002 respectivamente.

Observaciones: La identificación se realizó por comparación con el ejemplar ilustrado por BARNES (2001b) y por comparación con ejemplares de México y Brasil presentes en la colección exótica del IES (CZACC 18.00002 al 04). Esta especie fue descrita de Brasil y también ha sido hallada en México, Guyana Francesa, Puerto Rico, Jamaica, y Martinica (ZAGATTI *et al.*, 1995).

Marilopteryx lamptera (Druce, 1890)

Agrotis lamptera Druce, 1890. *Proc. Zool. Soc. Lond.*: 513.

Material examinado: seis especímenes (CZACC 7.508168 al 73) de La Gran Piedra, Santiago de Cuba, VI/1954 y VI/1962; y un ejemplar (CZACC 7.515711) de Moa, Holguín, VI/1954. Todos estos ejemplares se hallaban identificados erróneamente como miembros del género *Feltia* en la colección del IES. Un ejemplar (CZACC 7.516229) colectado al acudir a LVM en Villa Azul, Cayo Coco, IX/2001.

Observaciones: La identificación se realizó por comparación con el ejemplar ilustrado por BARNES (2001b) y por comparación con ejemplares de Brasil presentes en la colección exótica del IES (CZACC 18.00000 y 01). La distribución de esta especie abarca Centroamérica, Estados Unidos y Jamaica en las Antillas (BARNES, 2001b). Es el primer registro del género para Cuba.

Subfamilia Catocalinae

Renodes aequalis (Walker, 1866)

Platydia aequalis Walker, [1866]1865. *Cat. Lep. Ins. Brit. Mus.* 34: 1121.

Material examinado: Tres ejemplares (CZACC 7.517073 al 75) colectados al acudir a LF en la El Castillito, Topes de Collantes, IV-V-VI/2002.

Observaciones: La identificación se realizó por comparación con el ejemplar ilustrado por ZAGATHI *et al.* (1995). Esta especie fue descrita de La Española y también habita en Jamaica, Guadalupe y Martinica (ZAGATHI *et al.*, 1995).

Doryodes insularia Hampson, 1904

Doryodes insularia Hampson, 1904. *Ann. Mag. Nat. Hist.* 81: 174.

Material examinado: dos ejemplares (CZACC 7.517413 y 14) colectados en Viñales, Pinar del Río, VI/1960, y un ejemplar (CZACC 7.517412) capturado al acudir a LVM en Punta Madruguilla, Cayo Santa María, costa norte de Villa Clara, II/2002.

Observaciones: Los ejemplares concuerdan con la descripción original de HAMPSON (1904: 174). Esta especie fue descrita originalmente de la isla Andros, Bahamas. Es el primer registro del género para Cuba.

Subfamilia Hypeninae

Plathypena scabra (Fabricius, 1794)

Hyblaea scabra Fabricius, 1794. *Ent. Syst. Suppl.* IV: 448.

Material examinado: un ejemplar (CZACC 7.517410) colectado en una Trampa Malaise en Camino del Medio, Cayo Santa María, II/2002.

Observaciones: La identificación se realizó según SMITH (1895:111: Lám. IX Fig. 10, 11 y 12). Es el primer registro del género para Cuba.

Familia PSYCHIDAE

Subfamilia Oiketicinae

Thyridopteryx ephemeraeformis (Haworth, 1803)

Sphinx ephemeraeformis Haworth, 1803. *Lep. Brit.*: 72.

Material examinado: 3 machos colectados en LVM en Punta Madruguilla, Cayo Santa María, archipiélago Sabana-Camagüey, X/2001 (CZACC 7.516419) y II/2002 (CZACC 7.516785 y 86).

Observaciones: La identificación se realizó según DAVIS (1964: 29, 1975: 9). Esta especie habita en Estados Unidos, así como Bahamas, Haití y Puerto Rico en las Antillas. Los registros antillanos proceden sólo de dos ejemplares adultos y algunos estuches larvales, típicos de esta familia (DAVIS, 1975). Es el primer registro del género para Cuba.

Familia TORTRICIDAE

Subfamilia Olethreutinae

Olethreutes anthracana Forbes, 1931

Olethreutes anthracana Forbes, 1931. *Jour. Dep. Agr. Porto Rico* IV(4): 347.

Material examinado: dos ejemplares (CZACC 7.517148 y 7.517153) colectados al acudir a LF en El Castillito, FAME, Topes de Collantes, VI/2002.

Observaciones: El ejemplar concuerda con la descripción original. Además se realizó una comparación con un ejemplar (CZACC 18.00007) colectado en Puerto Rico, localidad tipo de la especie.

Olethreutes albimacula (Walsingham, 1892)

Cacocharis albimacula Walsingham, 1892. *Proc. Zool. Soc. Lond.* 503(4): 543.

Material examinado: un ejemplar (CZACC 7.517149) colectado al acudir a LF en El Castillito, FAME, Topes de Collantes, VI/2002.

Observaciones: La identificación se realizó por comparación con un ejemplar (CZACC 18.00008) colectado de Puerto Rico. Esta especie fue originalmente descrita de San Vicente.

Familia PYRALIDAE
Subfamilia Crambinae

Thaumatopsis floridella Barnes y Mc Dunnough, 1913

Thaumatopsis floridella Barnes y Mc Dunnough, 1913. *Contr. Nat. Hist. Lep. North Amer.* II(4): 177.

Material examinado: un ejemplar (CZACC 7.517144), colectado al acudir a LVM en Punta Madruguilla, Cayo Santa María, II/2002.

Observaciones: Identificación realizada por comparación con la descripción original y con la ilustración del tipo (BARNES & MCDUNNOUGH, 1913: Lám. II Fig. 9). Esta especie fue originalmente descrita del sur de la Florida. Es el primer registro del género para Cuba.

Subfamilia Odontiinae

Dichogama amabilis Möschler, 1891

Dichogama amabilis Möschler, 1891. *Abh. Senck. Nat. Ges.* 16:296.

Material examinado: dos ejemplares (CZACC 7.516340 y 41) colectados en una LVM en Punta Madruguilla, Cayo Santa María, X/2002.

Observaciones: La determinación se realizó mediante el uso de las claves, descripciones e ilustraciones dadas por MUNROE (1961: 9: Fig. 5 y 6). Esta especie fue descrita de Puerto Rico y aunque según MUNROE (1961) su distribución abarca el sur de la Florida y las Antillas, ni ALAYO Y VALDÉS (1982) ni TORRE (1967) la registran de Cuba.

Familia OECOPHORIDAE
Subfamilia Ethmiinae

Ethmia notatella (Walker, 1863)

Psecadia notatella Walker, 1863. *Cat. Lep. Ins. Brit. Mus.* XXVIII: 536.

Material examinado: un ejemplar (CZACC 7.516660) capturado al acudir a una LVS en las instalaciones de la Reserva Ecológica "Varahicacos", en la costa norte de la provincia de Matanzas, III/2000. Dos ejemplares colectados en una LVM en Punta Madruguilla, Cayo Santa María, X/2001 (CZACC 7.516320) y II/2002 (CZACC 7.516787). Un ejemplar (CZACC 7.517146), colectado en una LVS en Villa Azul, Cayo Coco, VIII/2002.

Observaciones: La determinación se realizó por el uso de las claves y por comparación con la descripción y la ilustración dadas por POWELL (1973: 154, Lám. 13 Fig. i).

También se realizó una comparación con un espécimen de la colección exótica del IES (CZACC 18.00005) proveniente de Puerto Rico.

Esta especie está ampliamente distribuida por el Caribe y ha sido hallada en los cayos de la Florida, las Bahamas, en La Española, Puerto Rico y en las Antillas Menores (POWELL, 1973). Aunque ZAYAS (1989) menciona a *E. notatella* entre los Ethmiinae presentes en Cuba, esa mención parece estar relacionada con *E. hiramella* Busck, especie cubana que se asemeja a *notatella*. ZAYAS (1989) no menciona a *hiramella*, y las pobres descripción e ilustración de *notatella* en este trabajo no permiten la separación de dichas especies. A lo anterior se puede agregar el hecho de que *E. notatella* no fue registrada de Cuba por POWELL (1973) ni por ALAYO Y VALDÉS (1982).

Ethmia julia Powell, 1973

Ethmia julia Powell, 1973. *Smiths. Contr. Zool.* 120: 168.

Material examinado: un ejemplar (CZACC 7.517072) capturado en LVM en Villa Azul, Cayo Coco, VIII/2002.

Observaciones: La identificación se realizó por comparación con la descripción y las ilustraciones dadas por POWELL (1973: 168, Lam. 15 Fig. b). También se realizó una comparación con un espécimen de la colección exótica del IES (CZACC 18.00005) proveniente de Puerto Rico. Esta especie fue descrita de Puerto Rico y también ha sido colectada en los cayos del sur de la Florida.

Subfamilia Peleopodinae

Schistonoea fulvidella (Walshingham, 1897)

Brachmia fulvidella Walshingham, 1897. *Proc. Zool. Soc. Lond.* V: 120.

Material examinado: un ejemplar (CZACC 7.517415) colectado con una Trampa Malaise en Pelo de Oro, Cayo Santa María, II/2002.

Observaciones: La identificación se realizó por comparación con la descripción original (WALSINGHAM, 1897: 120) y por comparación con un ejemplar de Puerto Rico depositado en el IES (CZACC 18.00015). Esta especie constituye el primer registro del género y la subfamilia para Cuba.

Familia GELECHIDAE

Subfamilia Gelechiinae

Stegasta postpallescens (Walsingham, 1897)

Gelechia postpallescens Walsingham, 1897. *Proc. Zool. Soc. Lond.* V: 76.

Material examinado: un ejemplar (CZACC 7.515618) colectado en Cuabitas, Santiago de Cuba, IX/1954, se encuentra depositado en la colección del IES.

Observaciones: La determinación se realizó por comparación con la descripción original (WALSINGHAM, 1897:76) y por comparación con un ejemplar (CZACC 18.00014) colectado en Puerto Rico que se encuentra depositado en el IES. Esta especie fue descrita de San Vicente.

Stegasta bosquella (Chambers, 1875)

Oecophora bosquella Chambers, 1875. *Canad. Ent.* VII: 92.

Material examinado: un ejemplar (CZACC 7.517151) colectado a LF en El Castillito, FAME, Topes de Collantes, VI/2002.

Observaciones: El ejemplar fue identificado por comparación con un espécimen (CZACC 18.00013) colectado en Puerto Rico y depositado en la colección del IES. Esta especie fue descrita de Estados Unidos y según WALSINGHAM (1897: 75) también habita en Jamaica, Puerto Rico, Saint Croix, Saint Thomas y Granada.

Familia PTEROPHORIDAE

Subfamilia Ochyroticinae

Ochyrotica fasciata Walsingham, 1891

Ochyrotica fasciata Walsingham, 1891. *Ent. Mo. Mag.* XXVII: 218.

Material examinado: un ejemplar (CZACC 7.517147) colectado al acudir a LF en EL Castillito, FAME, Topes de Collantes, VI/2002.

Observaciones: La identificación se llevó a cabo por comparación con ejemplar proveniente de Puerto Rico presente en la colección exótica del IES. WALSINGHAM (1897:58) menciona a esta especie de Centroamérica, Brasil y de Granada en las Antillas. Es el primer registro del género y la subfamilia para Cuba.

AGRADECIMIENTOS

A Alejandro Barro y a Matthew J. C. Barnes por su ayuda en la búsqueda de las citas originales de algunas especies. Las colectas en los cayos Coco y Santa María y en Topes de Collantes fueron realizadas gracias a las expediciones organizadas por los Proyectos Sabana-Camagüey y Biodiversidad de la Flora y la Fauna de Invertebrados de Topes de Collantes. A Adriana Lozada y Arturo Avila por su contribución en la organización de las expediciones a Topes de Collantes.

BIBLIOGRAFÍA

- ALAYO, P. Y E. VALDÉS. 1982. Lista anotada de los microlepidópteros de Cuba. *Academia de Ciencias de Cuba*. 122 pp.
- BARNES, M. J. 2001a (activo en octubre del 2002). Moths of the Grenadines. <http://members.fortunecity.com/grenadinesmoth/>
- BARNES, M. J. 2001b. (activo en octubre del 2002). Moths of Jamaica. <http://members.fortunecity.co.uk/jamaicamoth/>
- BARNES, S. D. & J. H. MC DUNNOUGH. 1913. Some apparently new Lepidoptera from Southern Florida. *Contrib. to the Nat. Hist of the Lepid. of North Amer.* II (4): 165- 186, PLS. 1-4.
- DAVIS, D. R. .1964. Bagworm Moths of the Western Hemisphere. *Bull. Unit. St. Nat. Mus.* 244:1-385.
- DAVIS, D. R. .1975. A Review of the West Indian Moths of the Family Psychidae with Descriptions of New Species. *Smiths. Contrib. Zool.* 188:1-66.
- FORBES, W. T. M. 1931. Supplementary report on the Heterocera or moths of Porto Rico. *J. Departm. Agric. Porto Rico* IV(4): 339-394.
- HAMPSON, G. F. 1904. The Lepidoptera-Phalaenae of the Bahamas. *Ann. Mag. Nat. Hist.* 81: 165-188.
- HEINRICH, C. 1956. American moths of the subfamily Phycitinae. *Bull. Unit. St. Nat. Mus.* 207: 1- 581.
- KIMBALL, C. P. 1965. *Arthropods of Florida and neighboring land areas. Vol. 1 Lepidoptera of Florida.* Florida Department of Agriculture. Gainesville. 363 pp.
- MUNROE, E. 1961. Synopsis of the North American Odontiinae, with descriptions of new genera and species (Lepidoptera: Pyralidae). *Can. Ent. Suppl.* 24: 1- 93.
- OTERO, M. A. 1999. *Composición taxonómica de la familia Sphingidae (Lepidoptera) en Cuba.* Tesis de Maestría. Instituto de Ecología Sistemática. Ciudad de La Habana.
- POWELL, J. A. 1973. A Systematic Monograph of New World Ethmiid Moths (Lepidoptera: Gelechioidea). *Smiths. Contrib. Zool.* 120:1-301.
- SMITH, J. B. 1895. A revision of the Deltoid moths. *Bull. Unit. St. Nat. Mus.* 48 (7862): 1- 129.
- TORRE, S. L. DE. 1967. Pirálidos (Lepidoptera, Pyralidae) de Cuba en la colección del Museo Nacional de los Estados Unidos. *Poeyana Serie A* 33:1-27.
- TORRE, S. L. DE Y P. ALAYO. 1959. Revisión de las Notodontidae de Cuba, con la descripción de dos nuevas especies. *Public. Univ. Oriente* 43:1-60.
- ZAGATTI, P., LALANE- CASSOU, B. & LE DUCAT D' ABUGNY, J. 1995 (activo en agosto del 2002). Catalogue of the Lepidoptera of the French Antilles. <http://www.inra.fr/internet/Produits/PAPILLON/index.htm>
- ZAYAS, F. de. 1989. *Entomofauna cubana.* Tomo VI. Científico-Técnica, La Habana, 183 pp.
- ZAYAS, F. DE Y P. ALAYO. 1956. La familia Sphingidae en Cuba (Lepidoptera: Heterocera). *Public Univ. Oriente* 40:1-85.
- WALSINGHAM, LORD T. G. 1897. Revision of the West-Indian Micro-Lepidoptera, with Descriptions of New Species. *Proc. Zool. Soc. London* 1897:54-183.

La superfamilia Limacoidea (Mollusca: Pulmonata) en Cuba

The superfamily Limacoidea (Mollusca: Pulmonata) in Cuba

David Maceira F.¹ y Teresa Rodríguez L.²

¹Centro Oriental de Ecosistemas y Biodiversidad. (BIOECO). Museo de Historia Natural "Tomas Romay". Enramadas # 601 esq. Barnada. Santiago de Cuba. 90100. Cuba.

²Departamento de Biología Animal. Facultad de Veterinaria. Campus Lugo. Universidade de Santiago de Compostela. 27002 Lugo. España.

Resumen

Se citan tres especies de la superfamilia Limacoidea en Cuba: *Deroceras agreste* (Linnè, 1758), *Deroceras laeve* (Müller, 1774) y *Deroceras reticulatum* (Müller, 1774). Se propone un nuevo arreglo taxonómico, según el cual estas tres especies estarían incluidas en la familia Agriolimacidae y en el género *Deroceras* Rafinesque, 1820. La familia Limacidae, queda fuera de la malacofauna cubana hasta el momento. Se presenta la diagnosis y la distribución geográfica de las especies citadas en Cuba.

Abstract

Three species of the superfamily Limacoidea are herein recorded from Cuba: *Deroceras agreste* (Linnè, 1758), *Deroceras laeve* (Müller, 1774) and *Deroceras reticulatum* (Müller, 1774). A new taxonomic arrangement is proposed, according to this new criterion, these three species belong in the family Agriolimacidae and the genus *Deroceras* Rafinesque, 1820. The family Limacidae is then ruled out from the updated Cuban molluskfauna. The diagnoses and geographical distribution of the species occurring in Cuba is presented.

Palabras claves: Babosas, Pulmonata, diagnosis, distribución geográfica, Cuba.

Key words: Slugs, Pulmonata, diagnosis, geography distribution, Cuba.

INTRODUCCION

El estudio de las babosas pulmonadas en Cuba es escaso, no se conoce nada sobre su ecología y existen confusiones respecto a la posición taxonómica de las especies presentes, todas introducidas.

Actualmente son citadas para la superfamilia Limacoidea, las familias Limacidae y Agriolimacidae (ESPINOSA, ORTEA Y VALDÉS, 1994 y ESPINOSA Y ORTEA, 1999).

En el siglo XIX, en Limacidae, ORBIGNY (1845) citó *Vaginulus sloanii* Férussac; POEY (1851-1855) incluyó *Vaginulus cubensis* Pfeiffer y *Vaginulus sloaneii* Férussac y ARANGO (1878) a *Vaginulus occidentalis* Guilding y *V. sloaney* Cuvier. Actualmente son sinónimos de taxa de la familia Veronicellidae (MACEIRA en prensa). La familia Agriolimacidae no fue citada durante este período.

En el siglo XX AGUAYO (1935) cita *Agriolimax agrestis* (Linnè, 1758) y AGUAYO (1944) señala que su introducción parece ser reciente.

AGUAYO Y JAUME (1947-52) no mencionan la superfamilia Limacoidea por lo inconcluso de esta obra y JAUME (1972) citó *A. agreste*. Posteriormente MESA Y JAUME (1979a,b)

refirieron una especie para el género *Deroceras* Rafinesque, 1820, sin nombrar dicho taxon. BOTA Y VIÑA (1982) colectaron *D. reticulatum*, pero dicha información permaneció inédita hasta que MACEIRA (1999) la publicó.

ESPINOSA *et al.* (1994) citaron *D. laeve* en Limacidae y *A. agrestis* en Agriolimacidae y MACEIRA (1998) registró a ambas especies para Cuba Oriental.

MACEIRA Y RODRIGUEZ (1999) registraron *D. reticulatum* para Cuba; y Maceira (1999) citó las tres especies (*D. laeve*, *D. agreste* y *D. reticulatum*) en Agriolimacidae, resumió y amplió su distribución geográfica y consideró a la última como nuevo registro. Luego ESPINOSA Y ORTEA (1999) citaron *Deroceras laeve* en Limacidae y *Agriolimax reticulatum* en Agriolimacidae. Por último MACEIRA (2000a,b) citó nuevas localidades para *D. reticulatum*.

Debido a las anteriores confusiones este estudio posibilita conocer los verdaderos registros de las especies de la superfamilia Limacoidea para Cuba, la distribución geográfica en la Isla y los criterios taxonómicos adecuados para su estudio. Se presenta una diagnosis para la determinación de las especies presentes. Todo esto permitirá la realización de investigaciones ecológicas, biogeográficas y de su posible incidencia como plagas o sobre la salud humana.

MATERIAL Y MÉTODOS

Fueron colectados ejemplares en 11 localidades, 10 en Cuba Oriental y una en Cuba Occidental. En la revisión bibliográfica se consultaron los catálogos y listados por localidades publicados para Cuba desde 1845 hasta 1999 y 8 referencias actualizadas por autores no cubanos. En total se emplearon 26 referencias que resumen un período de 155 años. Se revisaron 42 ejemplares depositados en la Colección Malacológica del Centro Oriental de Ecosistemas y Biodiversidad (BIOECO). Ejemplares de *D. reticulatum* fueron depositados en el Museo Nacional de Historia Natural "Felipe Poey", La Habana, Cuba (MNHNC).

RESULTADOS Y DISCUSION

Según WIKTOR (1983) las familias Limacidae y Agriolimacidae se caracterizan por:

Limacidae: *babosas de tamaño medio a grande (50-200 mm) de cuerpo alargado y afilado posteriormente, de color castaño claro u oscuro o negro; el pneumostoma se sitúa en la mitad posterior del margen derecho del manto; tienen una quilla que nunca llega al escudo; presentan bandas o manchas en el dorso y en el escudo, siendo éste menor que un tercio de la longitud total; el mucus es muy líquido. El campo central de la suela posee surcos transversales. Aparato genital sin epífalo, ni órgano estimulador ni glándulas accesorias.*

Agriolimacidae: *babosas menores de 50 mm, el cuerpo de color negruzco, gris o verdoso con manchas y nunca presenta bandas; el pneumostoma está en el tercio posterior del cuerpo enmarcado por una corona blanquecina. El mucus es acuoso, incoloro o blanquecino. El escudo es mayor o igual a un tercio de la longitud total; la quilla es corta y poco prominente; el campo central de la suela posee los surcos en forma de V y el pene posee un órgano estimulador en su interior, glándulas peneanas presentes y glándulas y órganos accesorios; epífalo ausente.*

De acuerdo con lo anterior se asume el criterio de WIKTOR (1983, 2000) quien ubica al género *Deroceras* en la familia Agriolimacidae considerando los caracteres siguientes: *Animal pequeño; cuerpo estrecho con filas de tubérculos más o menos paralelas; quilla corta y poco prominente; pene corto con uno o varios apéndices en su extremo; con o sin órgano estimulador (cónico-obtuso) alojado próximo al atrio genital; glándula peneana de tamaño variable con o sin festoneado; mucus incoloro ó ligeramente blanquecino, turbio; y el campo central de la suela con surcos en forma de V.* En el presente estudio se concuerda con el criterio actual de considerar las especies previamente incluidas en el género *Agriolimax* como integrantes del género *Deroceras* (LIKHAREV Y WIKTOR, 1980; WIKTOR, 1983 y 2000; RODRIGUEZ, 1985). Debido a que en la actualidad existe discrepancia en la utilización de clasificación subgenérica, lo que ha puesto en duda el significado biológico y la aplicación de estas subdivisiones (GIUSTI, 1971; BODON, BOATO Y GIUSTI, 1982; DE WINTER, 1985 y 1986), se prefiere prescindir de clasificación subgenérica (DE WINTER, 1985 y 1986).

En la actualidad el género *Deroceras* se ubica en la familia Agriolimacidae (WIKTOR, 1983 y 2000) y el género *Agriolimax* es considerado como un subgénero del propio género *Deroceras* (WIKTOR, 1983). Debido a esto se propone el siguiente arreglo taxonómico:

SUPERFAMILIA LIMACOIDEA

Familia AGRIOLIMACIDAE Wagner, 1935

Género *Deroceras* Rafinesque, 1820

Deroceras agreste (Linnè, 1758)

Deroceras laeve (Müller, 1774)

Deroceras reticulatum (Müller, 1774)

Diagnosis para identificar las especies de la superfamilia Limacoidea representadas en Cuba:

***Deroceras agreste* (Linnè, 1758)**

(Figuras 1B y 2)

A. agrestis (Linnè, 1758),-AGUAYO, 1935: 112; AGUAYO, 1944; JAUME, 1972: 9; ESPINOSA *et al.*, 1994: 121, 124; MACEIRA, 1998: 742, 743, 747, 748, 758, 759, 772; ESPINOSA Y ORTEA, 1999:120.
Deroceras agreste,-MACEIRA, 1999: 18.

Tamaño menor de 40 mm, poco pigmentada. Color del cuerpo blanquecino u ocráceo-pálido, tentáculos más oscuros que el resto del animal. Escudo corto, redondeado hacia atrás con estrías largas onduladas. Limacela ovalada. Anillo del pneumostoma conspicuo y desprovisto de pigmento. Suela blanco amarillosa con zonas laterales más oscuras hacia la cola. Mucus poco lechoso o claro. Ciego rectal y peneal presentes; sarcobelum cónico y un apéndice peneano globular distal con protuberancia glandular no proximal. La glándula hermafrodita no llega al fondo de la masa visceral (Fig. 1B).

Ejemplares depositados en Colección Malacológica de BIOECO, determinados por David Maceira F.

Localidades (Fig. 2) según AGUAYO (1935), JAUME (1972) y MACEIRA (1998 y 1999). Especie europea, introducida en Cuba.

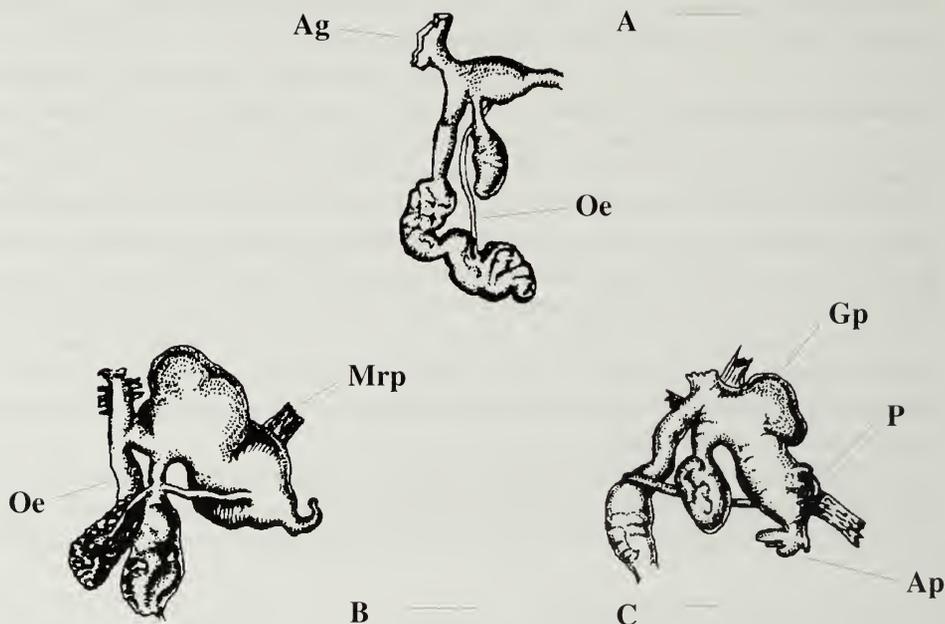


Figura 1. Genitalia; A, *Deroceras laeve*; B, *Deroceras agreste*; C, *Deroceras reticulatum*.
 Ag-atrío genital; Oe-ovispermiducto; O-oviducto; Mrp-músculo retractor del pene;
 Gp-glándula del pene; P-pene; Ap-apéndice peneano.



Figura 2. Localidades de *Deroceras laeve* (10, 15); *Deroceras agreste* (1,2,3,5,6,10,15); y *Deroceras reticulatum* (4,7,8,9,11,12,13,14,16). 1-Nortey, Sierra de los Órganos, Pinar del Río; 2-San Antonio de Los Baños, La Habana; 3-Somorrostro, La Habana; 4-Carlos Rojas, Jovellanos, Matanzas; 5-Vega Alta, Villa Clara; 6-Cumbre, Placetas, Villa Clara; 7-Palma Mocha, Guamá, Santiago de Cuba; 8-Pico Cuba, Guamá, Santiago de Cuba; 9-La Tabla, Tercer Frente, Santiago de Cuba; 10-La Microonda, Pinares de Mayarí, Holguín; 11-La Gran Piedra, Santiago de Cuba; 12-El Olimpo, Santiago de Cuba; 13-La Idalia, Santiago de Cuba; 14-La Isabelica, Santiago de Cuba; 15-Piedra la Vela, Yateras, Guantánamo; 16-Altiplanicie de El Toldo, Moa, Holguín.

***Deroceras laeve* (Müller, 1774)**

(Figuras 1A y 2)

Deroceras laeve (Müller, 1774), -ESPINOSA *et al.*, 1994: 121, 124; MACEIRA, 1998: 742, 743, 747, 748, 758, 759, 772; MACEIRA 1999: 17, 18.

Babosa pequeña de 20-25 mm; cuerpo muy blando y liso, transparente cubierto de mucus acuoso y claro, sin color. Cuerpo gris claro, marrón a marrón negro, con o sin manchas claras. Manto en posición central que cubre más de un medio del largo del cuerpo. Suela marrón claro ó gris claro. Anillo del pneumostoma no conspicuo. Sin ciego rectal y con ciego peneal; sarcobelum cónico-esférico; apéndice peneano ausente (Fig. 1A).

Ejemplares depositados en Colección Malacológica de BIOECO, determinados por David Maceira F.

Localidades (Figura 2) según MACEIRA (1998 y 1999).

Especie europea, introducida en Cuba. Ha sido considerada nuevo registro para Cuba Oriental (MACEIRA, 1998).

***Deroceras reticulatum* (Müller, 1774)**

(Figuras 1C y 2)

Deroceras reticulatum (Müller, 1774), -BOTTA Y VIÑA 1982: 38; MACEIRA Y RODRIGUEZ, 1999; MACEIRA 1999; MACEIRA, 2000a,b.

Agriolimax reticulatum, -ESPINOSA Y ORTEA, 1999:120.

Tamaño hasta más o menos 50 mm de color crema claro o blanco amarillento, gris a marrón rojizo con un molde moteado en forma de red de color marrón oscuro, con manchas. El manto es redondeado en ambos extremos con puntos oscuros. Manto y cuerpo sin bandas. El punto central de los anillos concéntricos del manto se halla situado a la derecha de la línea media. El anillo del pneumostoma conspicuo y ligeramente más claro que el color del manto. Quilla corta, truncada, suela del pie pálida o marrón claro. Mucus lechoso cuando el animal es irritado. Ciego peneano y rectal presentes, sarcobelum cónico, apéndice peneano en número de 1-5, y pene sin ciego subterminal. La glándula hermafrodita llega al fondo de la masa visceral (Fig. 1C).

Ejemplares depositados en Colección Malacológica de BIOECO, determinados por Osvaldo Gómez (ejemplares procedentes de Palma Mocha); Teresa Rodríguez López (un ejemplar procedente de Gran Piedra) y David Maceira F. (ejemplares restantes).

Localidades (Fig. 2) según MACEIRA (2000 a,b). Especie europea, introducida en Cuba. Considerada primera cita para Cuba por MACEIRA Y RODRIGUEZ (1999) y MACEIRA (1999).

AGRADECIMIENTOS

Deseamos expresar nuestro agradecimiento a los colegas de quienes recibimos ejemplares y críticas al manuscrito Eduardo Portuondo, Gabriel Garcés, L. Melian H., Ansel Fong, Jorge Reyes, Rolando Viña, Freddy Rodríguez, Alexander Sánchez, Rolando Teruel, Adrian González Guillén, Nicasio Viña Dávila, Nicasio Viña Bayés, Alejandro Llanes, José Espinosa, Arturo Marrero, Eneider Pérez, Liana Bidart, Ana M. Bota, Alina Lomba, Beatriz Lauranzón, Bernardo Reyes, y Josefina Blanco.

BIBLIOGRAFIA

- AGUAYO, C.G. 1935. Espicelago de moluscos cubanos. *Mem. Soc. Cubana de Hist. Nat.*, 9 (2): 107-128. lam. 9.
- AGUAYO, C. G. 1944. Notas y Variedades. *Rev. Soc. Malacol.* "Carlos de la Torre", II (2): 69-70.
- AGUAYO, C. G. Y JAUME, M. L. 1947-52. *Catálogo de los moluscos de Cuba*. La Habana, 725 págs. (mim.).
- ARANGO Y MOLINA, R. 1878. *Contribución a la fauna malacológica cubana*. Montiel y Cia. La Habana, 280 p, 35 L.
- BODON, M.; BOATO, A. Y GIUSTI, F. 1982. On the genus *Deroceras* in western Liguria with description of a new species (Gastropoda: Derocerasidae). *Animalia Catania*, 9: 53-71.
- BOTTA G., A. Y VIÑA D., N. 1982. *Palma Mocha; Estudio Faunístico Preliminar*. Tesis de licenciatura en Ciencias Biológicas. Universidad de Santiago de Cuba.
- DE WINTER, A. J. 1985. A new *Deroceras* species from north-western Spain (Gastropoda: Pulmonata: Agriolimacidae). *Zool. Meded.*, 59: 69-77.
- DE WINTER, A. J. 1986. Little know and new south-west European slugs (Pulmonata: Agriolimacidae, Arionidae). *Zool. Meded.*, 60:135-1158.
- ESPINOSA, J. Y ORTEA, J. 1999. Moluscos terrestres del archipiélago cubano. *Avicennia*, Suplemento, 2: 1-137.
- ESPINOSA, J., ORTEA, J. Y VALDÉS, A. 1994. Clasificación Taxonómica y endemismos de los moluscos terrestres de Cuba. *Avicennia*, 1: 111-124
- GIUSTI, F. 1971. Notulae Malacologicae XVIII. I molluschi terrestri e salmastri delle isole Eolie. *Lavori Soc. It. Biogeogr.* (n.s.) 2:423-576.
- JAUME, M. L. 1972. Lista de los Moluscos de la Sierra del Rosario. (Desde Candelaria hasta el Cuzco). Pinar del Rio, Cuba. *Acad. Cienc. Cuba. Ser. Biol.*, 41:1-29.
- LIKHAREV, I.R. Y WIKTOR, A. 1980. *The fauna of the slugs of the USSR and adjacent countries (Gastropoda terrestria nuda)*. In: *Fauna SSSR*, Molluski, 3 (5): 437 págs. Leningrado.
- MACEIRA F., D. 1998. *Moluscos en Nipe-Sagua-Baracoa*. En: *Diversidad biológica de los macizos montañosos de Nipe-Sagua-Baracoa. Tomo 4*, pp. 736-782. Informe parcial del proyecto "Diversidad Biológica de los Macizos Montañosos Sierra Maestra y Nipe-Sagua-Baracoa". Centro Oriental de Ecosistemas y Biodiversidad, Santiago de Cuba.
- MACEIRA F., D. 1999. Ampliación de ámbito para moluscos terrestres en Cuba Oriental. *Biodiversidad de Cuba Oriental*. III: 15-20.
- MACEIRA F., D. 2000a. *Moluscos en Sierra Maestra*. En: *Diversidad biológica de los macizos montañosos de Sierra Maestra. Tomo 2*: 607-643. Informe parcial del proyecto "Diversidad Biológica de los Macizos Montañosos Sierra Maestra y Sagua-Baracoa". Centro Oriental de Ecosistemas y Biodiversidad, Santiago de Cuba.
- MACEIRA F., D. 2000b. Ampliación de la distribución geográfica para moluscos terrestres en la Sierra Maestra, Cuba Oriental. *Biodiversidad de Cuba Oriental*. 2:73-80.
- MACEIRA F., D. 2003. Las especies de la familia Veronicellidae (Gastropoda: Soleolifera) presentes en Cuba. *Rev. Biol. Trop.* Suplemento Malacología Latinoamericana.
- MACEIRA F., D. Y RODRIGUEZ L., T. 1999. *Deroceras reticulatum (Müller, 1774) nuevo registro malacológico para Cuba*. Programa Taller 30 aniversario del Museo de Historia Natural "Carlos de la Torre y Huerta". Holguín.
- MESA G., R. Y JAUME, M. L. 1979a. Sinopsis cuantitativa de la malacofauna terrestre cubana. *Rev. Cub. Med. Trop.*, 31: 73-82.
- MESA G., R. Y JAUME, M. L. 1979b. Cuadro sistemático adicional de los moluscos terrestres cubanos. *Rev. Cub. Med. Trop.*, 31: 233-244.
- ORBIGNY, A. 1842. *Moluscos*. En: *Historia física, política y natural de la Isla de Cuba*. (R. de la Sagra, ed.), tomo 5, 376 págs.
- POEY Y ALOY, F. 1851-1855. *Memorias sobre la Historia Natural de la Isla de Cuba*. La Habana. 1, 463 págs.
- RODRIGUEZ L., T. 1985. *Contribución al conocimiento de las babosas del noroeste de España (F. Agriolimacidae)*. Tesina de Licenciatura. Univ. Santiago de Compostela. 99 pp.
- WIKTOR, A. 1983. The slugs of Bulgaria (Arionidae, Milacidae, Limacidae, Agriolimacidae: Gastropoda, Stylommatophora). *Annales Zoologici, Polska Akademii Nauka*, 37 (3): 71-206.
- WIKTOR, A. 2000. Agriolimacidae (Gastropoda: Pulmonata) a systematic monograph. *Annales Zoologici*, 4(83): 347-590.

A new species of terrestrial isopod (Oniscidea: Delatorreidae) from Cuba

Nueva especie de Isópodo Terrestre (Oniscidea: Delatorreidae) de Cuba

Augusto Juarrero de Varona¹ y Luis F. de Armas²

¹30th street No. 525, New Vedado, Havana City, Cuba. e-mail: ajuarrero@yahoo.es

²Institute of Ecology and Systematic, Havana 10800, Cuba. e-mail: biokarst@ama.cu

Abstract

A new species of terrestrial isopods belonging to the genus *Pseudarmadillo* Saussure, 1861, collected in Quarry of Mella, Pinalito, Santiago de Cuba province, is described. Due to its ornamentation and rarity, this species differs conspicuously of their congeners with the exception of *P. buscki* Boone, 1934, uncommon species, that is only recorded from Sierra Anafe, Havana province.

Resumen

Se describe una nueva especie de isópodo terrestre perteneciente al género *Pseudarmadillo* Saussure 1861, colectada en Cantera de Mella, Pinalito, provincia de Santiago de Cuba. Por su ornamentación y rareza, se diferencia notablemente del resto de sus congéneres excepto de *P. buscki*, especie rara, consignada solamente para la Sierra de Anafe, provincia de La Habana.

Key Words: Isopoda, Oniscidea, Delatorreidae, *Pseudarmadillo*, Taxonomy, Cuba.

Palabras clave: Isopoda, Oniscidea, Delatorreidae, *Pseudarmadillo*, Taxonomía, Cuba.

INTRODUCTION

The genus *Pseudarmadillo* Saussure, 1861, includes, without any doubts, the most beautiful and attractive isopods of all oniscids. The type of ornamentation and the immense variability that exhibit many of their tegumentary attributes such as spines, tubercles, horny scales, etc., have become these "*cochineals of humidity*" into one of the most interesting groups of the whole order.

ARMAS AND JUARRERO (1999) recognised Delatorreidae Verhoeff, 1938 as the valid name for this family (not Pseudarmadillidae Vandel, 1973, as proposed by VANDEL, 1981). They also described a new subfamily, a new genus, a new subgenus within *Pseudarmadillo*, and 11 new species. JUARRERO AND ARMAS (in press) present another new species of *Pseudarmadillo* restricted to the Sierra Maestra, Santiago de Cuba province. Previously *Pseudarmadillo welchii* (Boone, 1934) and *Pseudarmadillo dolfussi* (Richardson, 1905) were relegated by ARMAS AND JUARRERO (1991) as junior synonymous of *P. carinulatus* Saussure, 1861.

At the present, Delatorreidae contains two genera (*Pseudarmadillo* and *Cuzcodinella* Armas and Juarrero, 1999), 15 living species (14 of them are endemic from Cuban

Archipelago, whereas Cuba and Bahamas share *P. carinulatus*), and two fossil species described by SCHMALFUSS (1984) from Dominican amber.

The purpose of this communication is to describe a new species of *Pseudarmadillo* from northern Santiago de Cuba province.

MATERIALS AND METHODS

All measurements are expressed in millimetres; the total length of the specimens (TL) is taken from the margin of the frontal lobe of the cephalon to the apex of the telson. Ratio weight /length of exopod from first male pleopod appears with the acronym RWL and peraeonal segment with PS. The photos were taken with a 4 megapixels Digital Camera Nikon 4300 directly to the stereo microscope with an increase of 8x.

SISTEMATIC

Family DELATORREIDAE Verhoeff 1938

Genus *Pseudarmadillo* Saussure 1861

Subgenus *Pseudarmadillo* Armas and Juarrero 1999

Pseudarmadillo vansicklei n.sp.

(Figs. 1-3)

Types: 1 male holotype (TL = 10, 1) and 2 males paratypes, (TL = 6,9-7,3), Quarry of “Mella” near to Pinalito rural community, N of Santiago de Cuba province, collected by Adrián González in December 2002; deposited in the Institute of Ecology and Systematic (IES), Havana City. Two paratypes (#12.01-02), 1 male (TL = 8, 1) and 1 female (TL = 7, 8), same information that the previous one; deposited in the National Museum of Natural History of Cuba (NMNH), Havana City.

Diagnosis: *A medium-size species that can roll up into a spherical ball (Fig. 1). Fully pigmented body, thorny and slightly covered by small tubercles. Cephalon with weakly developed lobes, bearing a pair of anterocentral expansions with appearance of leaves. Tergites with two lateral long spines and four central ones of smaller size; segment VII with an enormous pair of subequal spines, triangular in its base and that is extends beyond the apex of the telson, uropods with the inner branch that surpasses the insertion of the outer branch in the protopodite.*

Description of the holotype: Cephalon two and half times as wide as long; first half exhibits two big prominences or expansions in appearance of leaves finishing in a curved tip and directed towards back (Fig. 2A). In the base of each prominence there is a minute lateral spine. Frontal and lateral lobes weakly developed and very separate each other. Well developed eyes. Thorny body; tergites I-VI with two huge lateral spines, with tiny tubercles in its base; between these two spines and along the whole lateral margin in each segment there are two acute spines of moderate size and two smaller ones to each side, the spines of the tergites I and IV in shape of leaves, directed towards back. Anterior margin of the tergite I with two sublateral small blunt spines; tergites I and II with a cen-



Figure 1. *Pseudarmadillo vansicklei* n. sp. Lateral view of the body. Male holotype (TL=10,1)
Figura 1. *Pseudarmadillo vansicklei* n. sp. Vista lateral del cuerpo. Macho holotipo (LT=10,1)

tral horny scale in the first half. Tergite VII with two enormous and dissimilar central expansions, upturned and extending far beyond end of the telson (Fig. 2C), ventrally with two strong spines in their base and down turned; small lateral spines followed by two subcentral smaller ones. Peraeonal segment I wide and subrectangular, with an insignificant groove that finishes in an internal process in spine appearance; internal lobe of the peraeonal segment II sharp and notably developed (Fig. 2B).

Pleon with tergites I-III unarmed and subequals, IV and V with a central spine laterally compressed, the V slightly longer than IV; telson with a central spine in leaves shape, nearly twice longer than the previous one and back-turned, surpassing with its basal half the apex of the telson. Uropods with the outer branch small, not reaching the apex of the telson (Fig. 3B); rounded telson; inner branch with a truncated apex that surpasses the base of the outer branch but without reaching the end of the telson.

Male pleopod I endopodite curved outwards (Fig. 3A), apparently without spines along the spermatic furrow; basal part wide; exopodite suboval, bearing a row of spaced six spines bordering posterior margin (Fig. 3B); RWL= 1,45. Pleopod II exopodite very wide in its basal half, with a not regularly spaced row of seven spines; second half slender and without spines (Fig. 3C); endopodite slightly surpassing the exopodite.

Distribution: Only known from the type-locality.

Ecological remarks: The specimens were collected below limestone to 250-300 m asl. The Quarry Mella, although is an antropogenic area that is in exploitation currently, may be considered as in good condition (A. Gonzalez, personal communication). Quarry "Mella" formerly "Miranda" is located roughly 1 Kms SE from Pinalito rural community, in the S extreme of Nipe Mountains.

Etymology: The specific name is a patronymic in honour to Walter D. Van Sickle III, President of the Idea Wild Foundation (U.S.A), for his important contribution and support to the study of the Cuban biodiversity.

Comparison: *Pseudarmadillo vansicklei*, n. sp. belongs to the subgenus *Pseudarmadillo* which contains 12 species (ARMAS AND JUARRERO, 1999; JUARRERO AND ARMAS, *in press*). Of the group of species with the body covered with spines within the subgenus, according to the type of ornamentation and the shape of some of their spines or expansions, only *P. buscki* Boone, 1934, resembles to the species that we propose; however, both

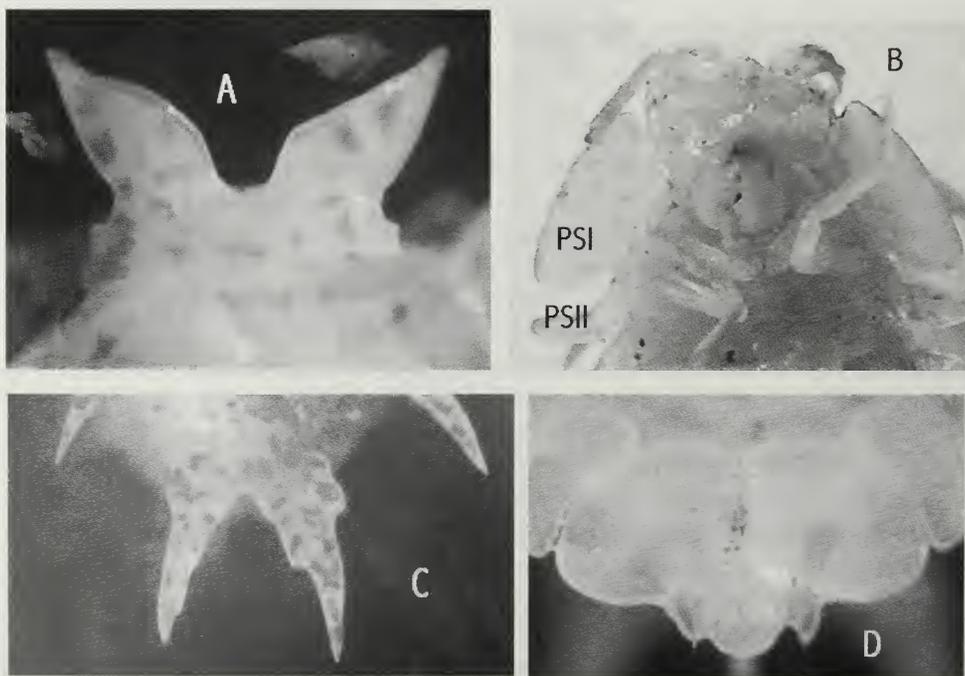


Figure 2. *Pseudarmadillo vansicklei* n. sp. A, expansions of the cephalon in leaves shape (frontal view); B, peraeonal segment I and II (ventral view); C, segment VII of the pereion (dorsal view); D, inner and outer branch of the uropod, protopodite and apex of the telson (ventral view).
Male holotype (TL = 10,1)

Figura 2. *Pseudarmadillo vansicklei* n. sp. A, expansiones foliaceas del cefalón (vista frontal); B, epimerón I y II (vista ventral); C, segmento VII del pereión (vista dorsal); D, rama interna y externa del urópodo, protopodito y ápice del telson (vista ventral). Macho holotipo (LT= 10,1)

species differ significantly in the following characters: 1-segments II-VI with lateral spines largest in *P. vansicklei*; 2-expansions or posterior spines of the cephalon much bigger in *P. buscki* and with leaves appearance in *P. vansicklei*, what repeats in the first segment of the pereion; 3-different forms and proportions width/length of the peraeonal segment I in both species, in *P. vansicklei* subrectangular and less acute anteriorly; 4-segment VII with spine notably longer in *P. vansicklei* and with a central spine in *P. buscki*; 5-inner branch of the uropods more developed in *P. vansicklei*.

In spite of no specimens of *P. buscki* were available because only are known two type specimens deposited in the AMNH of New York, one of them even in very bad preservation condition, we estimate that the original description and the drawings of BOONE (1934) are enough to carry out the comparison between the two species, overall, because the characters of taxonomic importance are appropriately illustrated and described.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors are deeply indebted to Adrián González for providing us the specimens. Idea Wild Foundation is thanked for the donation of the digital camera as part of a project for the study of the Cuban terrestrial isopods. Finally we wish to thank also to the carcinologists Dr. Manuel Ortiz Touzet and Dr. Rogelio Lalana (Marine Researches Centre, Havana University) for the critical and constructive review of the manuscript.

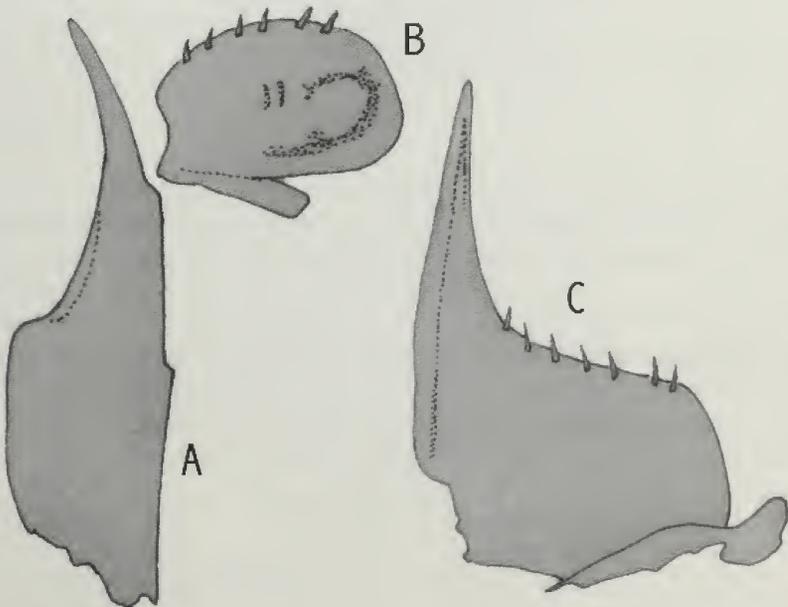


Figure 3. *Pseudarmadillo vansicklei* n. sp. A, Male pleopod I endopodite; B, right exopodite; C, Male pleopod II exopodite (left) . Holotype (TL=10,1)

Figura 3. *Pseudarmadillo vansicklei* n. sp. A, endopodito del pleópodo I del macho; B, exopodito derecho; C, exopodito del pleópodo II del macho (izquierdo). Holótipo (LT=10,1)

REFERENCES

- ARMAS, L. F. AND A. JUARRERO. 1999. Sistemática de la familia Delatorreidae (Isopoda: Oniscidea) en Cuba. *Avicennia*, 10-11:1-42.
- ARMAS, L. F. AND A. JUARRERO. 1991. *Isópodos terrestres (Oniscidea) de Cuba. 2. Situación taxonómica de Pseudarmadillo welchii Boone, 1934, y P. dollfusi Richardson, 1905 (Armadillidae)*. In: *II Meeting of Zoology*, Havana City. Abstracts, p. 42.
- BOONE, P. L. 1934. New and rare Cuban and Haitian terrestrial Isopoda. *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.*, 66:567-598.
- JUARRERO, A. AND ARMAS, L. F. (in press). Nueva especie de *Pseudarmadillo* (Isopoda: Oniscidea: Delatorreidae) de Cuba suroriental. *Solenodon* 2.
- SCHMALFUSS, H. 1984. Two new species of the terrestrial isopod genus *Pseudarmadillo* from Dominican amber (Amber-Collection Stuttgart: Crustacea, Isopoda, Pseudarmadillidae). *Stuttugarter Beitr. Naturk.*, ser.B (102):1-14.
- VANDEL, A. 1981. *Les isopodes terrestres et cavernicoles de l'île de Cuba. (Second mémoire)*. Résultats des expéditions biospéologiques cubano-roumaines à Cuba. Editura Academiei Republicii Socialiste Románia, Bucarest, 3:5-57.

Una nueva especie de *Eubranchus* Forbes, 1838 (Mollusca: Nudibranchia) de las Islas Galápagos

A new species of Eubranchus Forbes, 1838 (Mollusca: Nudibranchia) from Galapagos Islands

Jesus Ortea¹, Manuel Caballer² y Juan Jose Bacallado³

¹Departamento BOS, Universidad de Oviedo, España

²Depto. de CC y TT del Agua y del Medio Ambiente. Universidad de Cantabria. España

³Museo de Ciencias Naturales, C/ Fuente Morales, Santa Cruz de Tenerife, I. Canarias, España

Resumen

Descripción de una nueva especie del género *Eubranchus* Forbes, 1838 de las Islas Galápagos: *Eubranchus eibesfeldti*, en honor del Dr. Irenaus Eibl-Eibesfeldt.

Abstract

A new species of the genus *Eubranchus* Forbes, 1838 is described from Galapagos Islands: *Eubranchus eibesfeldti*, in honor of Dr. Irenaus Eibl-Eibesfeldt.

Palabras clave: Nudibranchia, *Eubranchus*, especie nueva, Galápagos.

Key words: Nudibranchia, *Eubranchus*, new species, Galapagos.

INTRODUCCION

La fauna de Nudibranchios de las islas Galápagos es muy poco conocida. FINET (1994) lista un total de 42 especies de las cuales tan solo cuatro son Aeolidaceos y ninguna de ellas pertenece al género *Eubranchus* Forbes, 1838. Otras citas posteriores dispersas se recogen en HICKMAN Y FINET, (1999) y SKOGLUND (2002).

En un trabajo anterior (ORTEA, BACALLADO Y VALDÉS, 1992) nos ocupamos del estudio de los Chromodorididae recolectados en las islas durante las dos expediciones organizadas por el Museo de Ciencias Naturales de Tenerife dentro del proyecto *Galápagos, patrimonio de la Humanidad*; en la segunda de ellas se colectó un pequeño ejemplar de una especie no descrita de *Eubranchus*, cuyo estudio y descripción hacemos en este trabajo.

SISTEMATICA

Subclase OPISTHOBRANCHIA

Orden NUDIBRANCHIA

Suborden Aeolidacea

Familia Eubranchidae Odhner, 1934

Género *Eubranchus* Forbes, 1838

Eubbranchus eibesfeldti especie nueva
(Figura 1)

Material estudiado: Caleta James (Localidad tipo), Galápagos, Ecuador, 12.03.1991, 1 ejemplar de 2 mm de largo colectado en el remonte de un cepillado de piedras a 6 m de profundidad. Designado como holotipo y depositado en el Museo de Ciencias Naturales de Tenerife.

Etimología: *Eubbranchus eibesfeldti* en honor del Dr. Irenaus Eibl-Eibesfeldt, autor de “*Galapagos, die Arche Noah im Pazifik*” (1960), al cumplirse 50 años de su primera expedición a Galápagos (1954-2004), y en reconocimiento a su esfuerzo para la creación de la Charles Darwin Research Station y el Parque Nacional Galápagos.

Descripción: Cuerpo crema-amarillento, pálido, con manchas color castaño irregulares en los flancos; estas manchas decrecen de tamaño hacia la cola y en ella confluyen por detrás las de ambos lados. Cuerpo algo rechoncho, menos estilizado que otras especies del género y con cuatro grupos de ceratas grisáceos, con nódulos/tubérculos blanquecinos en los de mayor tamaño; el primer grupo está formado por tres ceratas formando un arco y los restantes por un solo cerata cada uno, en cada lado, aunque es posible que el animal hubiera perdido alguno de ellos a causa del método de colecta; el segundo par es el que tiene los ceratas de mayor tamaño. Área cardíaca blanca. Palpos y rinóforos lisos, de color crema-amarillento; con una mancha parda cerca del ápice de los rinóforos y sin ella en los palpos. Poro genital en el centro del arco de ceratas del lado derecho.

La mandíbula del Holotipo mide 260 μm de largo por 150 μm de ancho, su forma es casi triangular con los ángulos moderadamente agudos. El borde cortante de la mandíbula es una hilera simple de dentículos con prolongaciones digitiformes afiladas que tienden a crecer en longitud cuanto más cerca están los dentículos del extremo del borde de la mandíbula, aunque los más externos tienen digitaciones más cortas y son más pequeños. Cuatro de los dentículos abarcan 11 μm de ancho.

La fórmula radular es 51 x 1.R.1. El diente central en la mitad de la rádula mide 16 μm de alto por 13 μm de ancho y tiene 2 dentículos a cada lado de la cúspide central (0), mayores que ella y de tamaño creciente hacia el borde externo del diente; sólo en algunos dientes hay un tercer dentículo de menor tamaño aún que la cúspide central ($0 < 1 < 2$ ó $3 < 0 < 1 < 2$). El diente lateral de 21 μm de ancho por 9.5 μm de alto, presenta una única cúspide en su extremo anterior. Los últimos dientes de la cinta radular decrecen de forma rápida y progresiva, al igual que sucede con los dientes de *Catriona* Winckworth, 1941.

Discusión: Según FINET (1991), la fauna de Moluscos Marinos de las islas Galápagos muestra un 51.7 % de afinidad con la provincia Panámica y un 22, 7% de endemismo, sumando ambos componentes el 74.4% del total; el resto lo constituyen pequeños porcentajes de especies indopacíficas, peruvianas, californianas y circuntropicales.

SKOGLUND (2002) cita tres especies del género *Eubbranchus* en la provincia Panámica: *Eubbranchus rustyus* (Marcus, 1961) cuya distribución va desde Columbia Británica (Canadá) hasta Baja California (México), *Eubbranchus mandapamensis* Rao, 1968, citada en el Golfo de California, Tanzania, Madagascar, La India y Nueva Guinea (GOSLI-

Figura 1.

Eubranchus eibesfeldti, especie nueva,

A, animal vivo,

B, mandíbula,

C, borde cortante de la mandíbula,

D, Dientes central y lateral de la rádula,

E, últimos dientes centrales de la rádula

Figure 1.

Eubranchus eibesfeldti, new species,

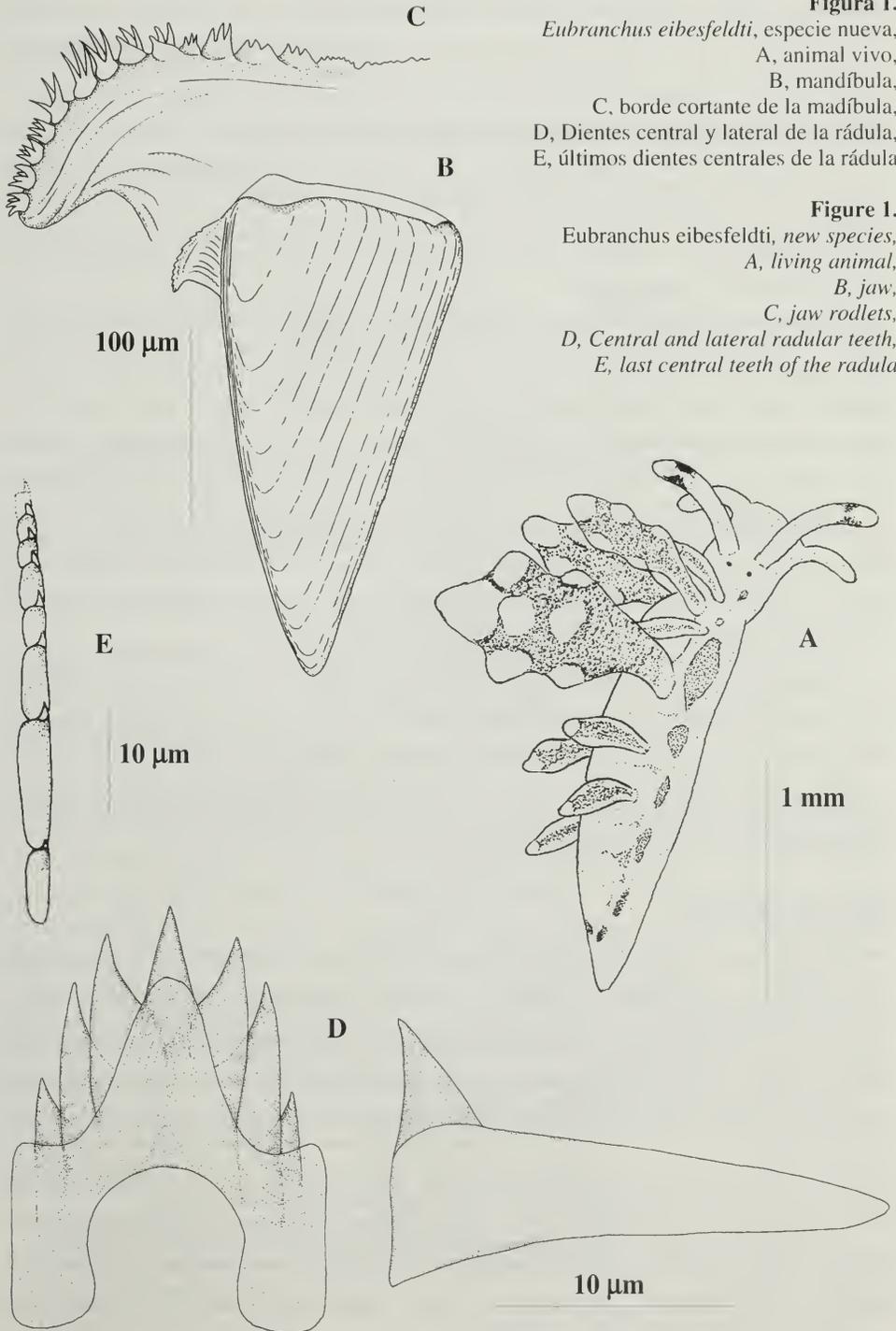
A, living animal,

B, jaw,

C, jaw rodlets,

D, Central and lateral radular teeth,

E, last central teeth of the radula



NER, 1990) y *Eubranchnus cucullus* Behrens, 1985 conocida sólo en el Golfo de California (México) (BEHRENS, 1985). *E. rustyus* alcanza los 25 mm, tiene el dorso muy manchado de verde y sus ceratas no tienen tubérculos. *E. madapamensis* presenta anillos en los rinóforos, y *E. cucullus* tiene la cabeza y los rinóforos de color castaño rojizo y una coloración del resto del cuerpo con abundantes líneas y manchas blanco nieve.

Otras especies más boreales *Eubranchnus olivaceus* (O'Donoghue, 1922) (desde Alaska hasta Baja California) y *Eubranchnus sanjuanensis* Roller, 1972 (desde Alaska hasta Isla San Juan) tienen la superficie de los ceratas lisa o algo arrugada, pero no tuberculada (nodulosa) y sus coloraciones, mandíbulas y rádula son muy diferentes de las de *E. eisbelsfeldti*, especie nueva.

Eubranchnus misakiensis Baba, 1960 (California y Japon), tiene nódulos en los ceratas, pero estos tienen un anillo naranja subterminal y el cuerpo presenta un moteado de manchas pardas de tamaño similar; finalmente, *Eubranchnus steinbecki* Behrens, 1987, de California (Palos Verdes y Misson Bay) es de pequeño tamaño (6 mm) y tiene ceratas irregulares y con nodulos como *E. eisbelsfeldti*, especie nueva, pero su superficie es translúcida y deja ver la glándula digestiva interior de color crema; además, su cuerpo está muy moteado de verde oliva oscuro, formando el pigmento dos bandas que unen entre sí a los grupos de ceratas y cubren el dorso del cuerpo casi por completo. La cabeza y los tentáculos cefálicos están también punteados de verde oscuro. Adicionalmente el diente central de la rádula tiene cuatro dentículos a cada lado de la cúspide central mientras que sólo hay dos o raramente tres en *E. eisbelsfeldti*, especie nueva.

SCHRODL (1996) cita y figura dos especies de Chile (*Eubranchnus* sp.1 y sp.2) en proceso de descripción cuya coloración es muy diferente de *E. eisbelsfeldti*, especie nueva.

La reducción progresiva de los últimos dientes radulares en *E. eisbelsfeldti*, es un carácter que no hemos observado hasta ahora en otras especies del género.

MARTINOV (1998) subdivide el género *Eubranchnus* en varios géneros de acuerdo con las características de su aparato reproductor, clasificación difícil de adoptar con especies tan pequeñas como *E. eisbelsfeldti*, especie nueva.

BIBLIOGRAFIA

- BEHRENS, D. 1985. A new species of *Eubranchnus* Forbes, 1838 from the Sea of Cortez, Mexico. *The Veliger* 28(2): 175-178.
- FINET, Y. 1991. *The Marine Mollusks of the Galapagos Islands*, in: Galapagos Marine Invertebrates. pp.253-275. Plenum Press, New York
- FINET, Y. 1994. *The Marine Mollusks of the Galapagos Islands: a documental faunal list*. Ed. Museum d'Histoire Naturelle de Genève. 180 pp
- GOSLINER, T. 1990. Additions to the aeolidacean nudibranch fauna of the tropical eastern Pacific. *The Western Society of Malacologists. Annual Report*, 22 : 16.
- HICKMAN, C. Y FINET, Y 1999. *A Field Guide to Marine Molluscs of Galapagos. An illustrated Guidebook to the common Intertidal and Shallow-water snail, Bivalves and Chiton of the Galapagos Islands*. Sugar, Spring Press, 150 pp.
- MARTINOV, A. 1998. Opisthobranch mollusks (Gastropoda: Opisthobranchia) of the family Eubranchnidae: Taxonomy and two new species from the Sea of Japan. *Zoologicheskii Zhurnal*, 77: 763-777.
- ORTEA, J., BACALLADO, J. J. Y VALDÉS, A. 1992. Resultados científicos del proyecto Galápagos Patrimonio de la Humanidad. n°1 Chromodorididae (Mollusca: Nudibranchia). *TFMC*, 31--71, figs. 1-21, 8 láminas.
- SCHRODL, M. 1996. Nudibranchia y Sacoglossa de Chile. Morfología externa y distribución. *Gayana Zool.* 60(1): 17-62.
- SKOGLUND, C. 2002. Panamic Province Molluscan Literature: Additions and Changes from 1971 through 2001: Gastropoda. *The Festivus XXXIII*: supplement, 286 pp.

Nuevos caracteres anatómicos de *Doto cabecar* Ortea, 2001 (Mollusca: Nudibranchia)

New anatomical characters of Doto cabecar Ortea, 2001 (Mollusca: Nudibranchia)

Jesús Ortea¹ y Manuel Caballer²

¹Área de Zoología, Departamento BOS, Universidad de Oviedo, España

²Área de Ecología, Dep. CC y TT del Agua y del Medio Ambiente, Univ. de Cantabria, España

Resumen

Se describen caracteres anatómicos de *Doto cabecar* Ortea, 2001, complementarios de la descripción original de la especie y se comenta la variabilidad intraespecífica.

Abstract

Additional anatomic characters non observed in original description of *Doto cabecar* Ortea, 2001, are described. Intraspecific variation its shown.

Palabras claves: Nudibranchios, *Doto*, anatomía, Costa Rica.

Key words: Nudibranchs, *Doto*, anatomy, Costa Rica.

INTRODUCCION

Doto cabecar Ortea, 2001, descrito a partir de dos ejemplares colectados en Cuba y Costa Rica, respectivamente, presenta, entre sus principales caracteres diagnósticos, unos rinóforos amarillos, sin eje negro, con vainas de color castaño cuyo borde está ligeramente moteado de blanco nieve sobre un fondo amarillo hialino y unos ceratas con la pseudobranquia bien desarrollada cuyas ramas son tubérculos en forma de lezna que se disponen casi en el mismo plano en el animal vivo; los tubérculos ceratales tienen una gruesa esfera interna de color azul turquesa, que falta en los basales más externos y en los tubérculos apicales de los ceratas mayores. De la variabilidad de estos caracteres y del conjunto de los contemplados en la descripción original, incluida la cinta ovígera, nos ocupamos en este trabajo en el que estudiamos dos nuevos ejemplares colectados en la localidad tipo en el curso de una gira de colecta del Instituto Nacional de Biodiversidad.

SISTEMATICA

ORDEN NUDIBRANCHIA Blainville, 1814
Suborden DENDRONOTACEA Odhner, 1934
Familia DOTOIDAE Gray, 1853
Género *Doto* Oken, 1815

Doto cabecar Ortea, 2001

(Figuras 1-3)

Doto cabecar Ortea, 2001: 34-37, figs. 16-17

Material examinado: Punta Mona, Manzanillo, mar Caribe de Costa Rica, 3 de septiembre de 2003, dos ejemplares de 6'5 y 9'5 mm de longitud en el animal vivo, ambos con 7 pares de ceratas y 2 cintas ovigeras, recolectados sobre hidrozooos del género *Thyroscephalus*.

Observaciones anatómicas : A continuación se describen las características anatómicas que complementan las contenidas en la descripción original de la especie.

La cabeza tiene los lóbulos laterales angulosos y en vista ventral (Fig. 1A) todo su borde está pigmentado por manchas alargadas de color castaño que alternan con manchitas blancas. El resto es crema amarillento, al igual que la suela del pie; este último tiene el borde anterior manchado de castaño, salvo en el centro.

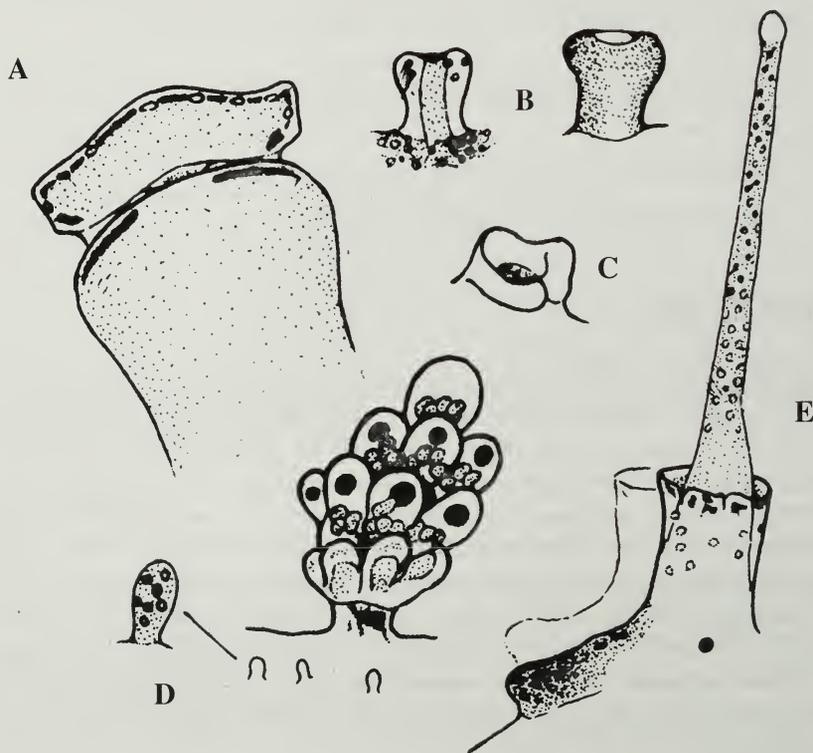


Figura 1. *Doto cabecar*, A, vista ventral de la región anterior del cuerpo, B, papila anal (izda. ej. de 6'5 mm, dcha. ej. de 9'5 mm), C, vista superior de la papila genital, D, segundo cerata derecho y papilas del cuerpo, E, rinóforo (ej de 9'5 mm).

Figure 1. *Doto cabecar*, A, body anterior region ventral view, B, anal papille (left 6'5 mm specimen, right 9'5 mm specimen), C, upper view of genital papille, D, second cerata on the right side and body papilles, E, rhinophore (9'5 mm specimen).

La cola sobrepasa por detrás al último par de ceratas abatido y es de color granate con puntos y estrías blancas.

En los flancos del cuerpo del animal de 9'5 mm hay pequeñas papilas globosas (Fig 1D), hialinas con gránulos blancos superficiales; 6 en lado derecho y 7 en el izquierdo.

Los rinóforos (Fig.1E) son de color amarillo hialino, con casi toda la superficie (9/10 partes) recubierta por puntos blancos o blanco amarillentos. Cuando están completamente extendidos se aprecia que su base es el doble de gruesa que el resto del rinóforo.

Las vainas rinofóricas son de color castaño con puntos blanco nieve y los bordes además de desvultos pueden estar fragmentados o lobulados levemente. En la cara interna del borde hay puntos ocre y por fuera puntos blanco nieve.

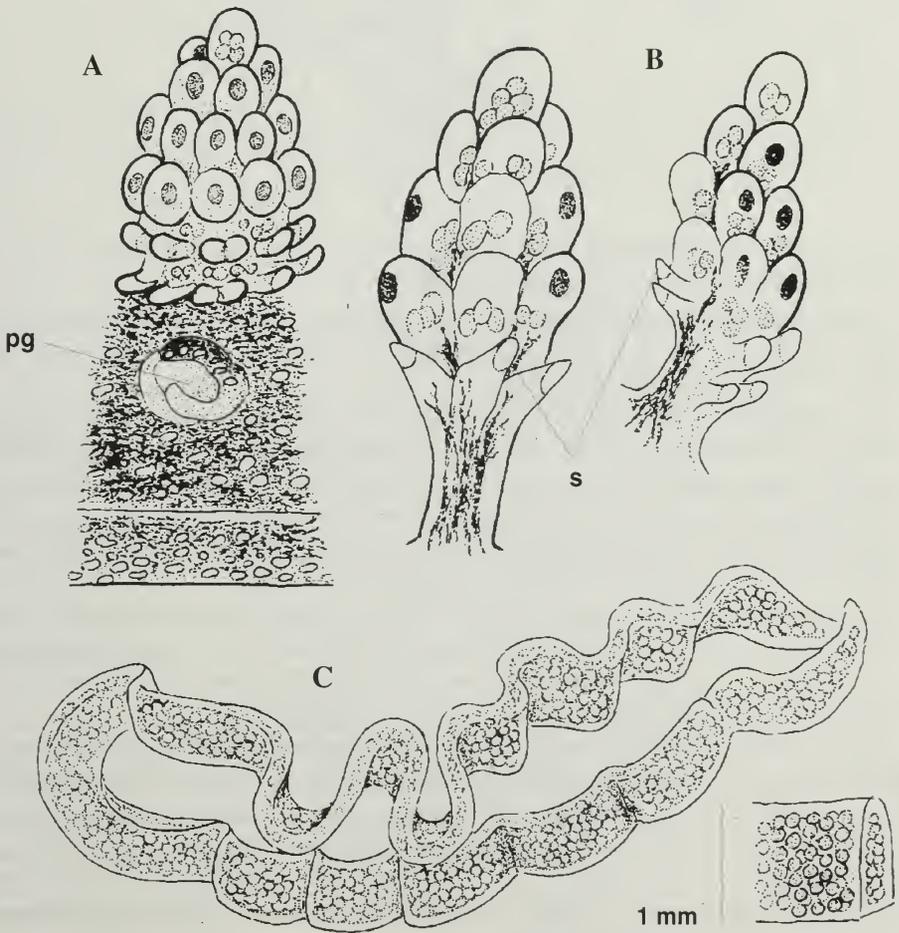


Figura 2. *Doto cabecar*, A, primer cerata derecho y papila genital (pg), B, vista interior y lateral del primer cerata izquierdo (s=seudobranquia), C, puesta.

Figure 2. *Doto cabecar*, A, first right cerata and genital papile (pg), B, inner and lateral view of the first left cerata (s=fause gills), C, spaw.

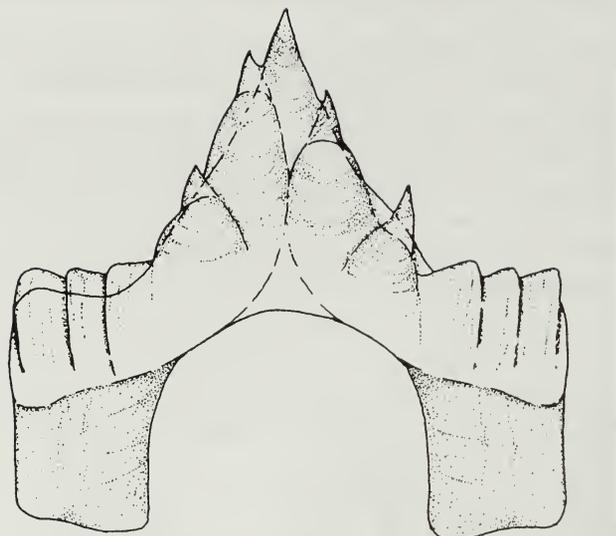


Figura 3.
Doto cabecar,
diente radular
(escala=20 µm)

Figure 3.
Doto cabecar,
radular tooth
(scale bar=20µm)

Las quillas prerrinofóricas eran castaño rojizas con gránulos blanco nieve y en uno de los animales tenían una larga papila digitiforme.

Los dos ejemplares presentaron 7 pares de ceratas; en el de 9'5 mm el mayor par de ceratas fue el tercero (2 mm) y el menor el séptimo (1'2 mm). Su tamaño relativo en el animal de 9'5 mm fue: 2>3>1=4>5>6>7.

La coloración y estructura de los ceratas (Figs.1D y 2A-B) es muy similar a la descripción original: amarillo claro en la superficie y crema refringente o naranja en la glándula digestiva; hay un menor número de anillos de tubérculos en el mayor cerata, 6 frente a 11 en el holotipo, de los cuales los de las dos hileras basales son globoso-alargados, con reflejos azulados y los de las cuatro hileras superiores son esféricos, con una esfera interior negro azulada en los tubérculos externos y sin ella en los internos (1-2) y en el tubérculo apical, de mayor tamaño; aunque el primero de los ceratas de cada lado puede tenerla. El pigmento castaño del cuerpo se continúa por la cara interna de los pedúnculos ceratales y de las áreas intertuberculares. El número máximo de tubérculos por hilera (8-9) y el de ramas de la pseudobranquia (3-4) es igual al material tipo.

En el animal de 4'5 mm la papila anal es transparente con el intestino hialino y con gránulos blanco nieve en la base y alrededores del ano; en el de 9'5 mm el color blanco la cubre por completo. La papila genital tiene un lóbulo superior característico (Figs 1C y 2A).

La ovotestis es de color salmón y se ve por transparencia del cuerpo entre el 2º y el 7º par de ceratas.

La mandíbula no está calcificada y es muy débil, tanto que se fragmenta al intentar separarla de los tejidos que la rodean.

La fórmula radular del animal de 9,5 mm fué: 99 x 0.R.0, el mayor diente de la rádula midió 24'2 µm de alto por 26 µm de ancho, un diente de la zona intermedia midió 23'5 µm de alto por 26 µm de ancho y uno de los mas pequeños 12 µm de alto por 19 µm de ancho.

Figura 4
Esquema de dos
de las puestas de
Doto cabecar

Figure 4
Doto cabecar
spaw scheme



En cada diente (Fig. 3) se observó una cúspide central con dos dentículos filosos alternos a cada lado y dos o tres dentículos romos próximos a los bordes externos; cuando presentaba solo dos de estos dentículos quedaba el borde externo libre de indentaciones.

Las tres cintas ovíferas (Figs. 2C y 4) recolectadas midieron unos 40 mm de longitud y estaban plegadas sobre sí mismas en dos tramos de unos 20 mm, cada uno respectivamente. La altura media de las cintas es de 1 mm y en su interior hay huevos de color salmón dispuestos en dos capas (a veces 3), en número de 5-8 en el alto de la cinta, más frecuentemente 6. Los huevos midieron 85 μm de diámetro una vez fijados en alcohol..

RESULTADOS

Comparando los caracteres anatómicos de los animales ahora observados con los del material tipo, vemos que *Doto cabecar* es una especie poco variable en cuanto a la colocación del cuerpo y ceratas, así como en la forma de éstos, incluida la estructura de la pseudobranquia. La forma de la papila genital es también muy estable en el material examinado no así la de la quilla prerrinóforica ya que en uno de los animales había una papila digitiforme. La mayor variabilidad se ha observado en los rinóforos cuya tonalidad amarilla puede estar recubierta o no por puntos blanco nieve y en la vaina rinóforica que puede ser entera, lobulada o con el borde anterior en pico prolongado hacia delante.

La dientes de la rádula presentaron también un mayor número de dentículos y más marcados que los observados en el animal de Cuba de la descripción original, aunque éste estuvo más tiempo en sosa. Las diferencias observadas en el diámetro de los huevos

de la cinta ovígera, 85 μm frente a 170 μm en la descripción original, puede ser debida a que los segundos estaban segmentados o que no pertenecían a esta especie, ya que, aunque se recolectó junto con ella, no se observó al animal de Cuba hacer la puesta.

AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento al Dr. José Espinosa y a los parataxónomos de INBio, Socorro Avila y Alcides Berrocal por su participación en la gira de colecta de material. Este trabajo ha sido realizado dentro del programa de inventario de los Moluscos marinos del Caribe de Costa Rica realizado por el INBio con financiamiento del Gobierno de los Países Bajos y la colaboración del MINAE.

BIBLIOGRAFIA

ORTEA, J. 2001. El género *Doto* Oken, 1815 en el mar Caribe: Historia natural y descripción de nuevas especies. *Avicemia* Suplemento 3: 1-46.

Adiciones al Catálogo de Moluscos del Mar Caribe de Costa Rica: desde Cahuita hasta Gandoca

Additions to the Molluscs checklist of Costa Rica Caribbean Sea: from Cahuita to Gandoca

José Espinosa¹ y Jesús Ortea²

¹Instituto de Oceanología, Avda. 1ª n°. 18406, E. 184 y 186, Playa, La Habana, Cuba.

²Departamento BOS, Universidad de Oviedo, España.

Resumen

Se adicionan 54 especies al catálogo de ESPINOSA Y ORTEA (2001) de los moluscos marinos del Parque Nacional Cahuita del Caribe de Costa Rica. De éstas: 30 son nuevos registros para la fauna del Caribe de Costa Rica y 10 se citan por primera vez para esta área protegida. Adicionalmente se presentan algunas actualizaciones taxonómicas al referido catálogo.

Abstract

Fiftyfour species are added to Cahuita National Park marine mollusc catalogue of ESPINOSA Y ORTEA (2001). Of them: 30 are new records to Costa Rican Caribbean fauna and 10 are new records for this protected area. Several taxonomic updates to the catalogue are listed.

Palabras clave: Moluscos, inventario, Mar Caribe, Costa Rica.

Key words: Mollusca, inventory, Caribbean Sea, Costa Rica.

INTRODUCCIÓN

Como resultado de las campañas de recolecta e inventario de especies, realizadas durante los años 2002 y 2003, junto con otros aportes (ORTEA, CABALLER Y MORO, 2001; ESPINOSA, ORTEA Y MAGAÑA, 2001; ESPINOSA Y ORTEA, 2002; ORTEA Y CABALLER, 2002; ORTEA Y ESPINOSA, 2002) y la revisión del material depositado en la Colección Malacológica del Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio), se presentan nuevas adiciones de especies y algunas correcciones taxonómicas al catálogo de ESPINOSA Y ORTEA (2001), de los moluscos marinos del Parque Nacional Cahuita y el Refugio Nacional de vida silvestre Gandoca-Manzanillo (REGAMA), en el Caribe de Costa Rica. El material se encuentra depositado en la Colección de Moluscos del INBio y las investigaciones fueron realizadas dentro del proyecto *Development of Biodiversity Knowledge and Sustainable Uses in Costa Rica*, financiado por el Gobierno de Holanda y realizado con el apoyo del Ministerio del Ambiente y Energía de Costa Rica (MINAE).

Se adiciona un total de 54 especies, de las cuales 26 (marcadas con *) han resultado nuevos registros para el Caribe de Costa Rica, y según los trabajos de ROBINSON Y MONTOYA (1987) y BANDEL Y KADOLSKY (1988), otras 10 especies (marcadas con ®) se citan por primera vez para el REGAMA.

Espinosa y Ortea

Con el presente trabajo se eleva a 538 especies el inventario de los moluscos marinos del REGAMA y a 680 los moluscos marinos citados para el Mar Caribe de Costa Rica. Resalta la importancia faunística y conservacionista de la zona de estudio ante el hecho que, hasta el presente, 47 especies han resultado nuevas para la ciencia, incluyendo la propuesta de cuatro nuevos géneros (*Ticocystiscus* Espinosa y Ortea, 2002; *Ticofurcilla* Espinosa y Ortea, 2002 (= *Furcilla* Espinosa y Ortea, 2000); *Caribranchus* Ortea, Caballer y Moro, 2002 y *Milleria* Ortea, Caballer y Espinosa, 2003).

LISTA ADICIONAL DE ESPECIES

Clase POLYPLACOPHORA

Orden NEOLORICATA

Suborden ISCHNOCHITONINA

Familia ISCHNOCHITONIDAE

Subfamilia ISCHNOCHITONINAE

Género *Ischnochiton* Gray, 1847

Ischnochiton papillosus (C. B. Adams, 1845)* INB0003759242

Ischnochiton kaasi Ferreira, 1987* INB0003759238

Ischnochiton pseudovirgatus Kaas, 1972* INB0003759241

Suborden ACANTHOCHITONINA

Familia ACANTHOCHITONIDAE

Género *Acanthochitona* Gray, 1821

Acanthochitona pygmaea (Pilsbry, 1893)* INB0003135036

Acanthochitona spiculosa (Reeve, 1847)* INB0003540107

Recolectada en la zona intermareal de la Isla Uvita, frente a Puerto Limón,

Clase GASTROPODA

SUBCLASE PROSOBRANCHIA

Orden VETIGASTROPODA

Superfamilia FISSURELLOIDEA

Familia FISSURELLIDAE

Subfamilia DIODORINAE

Género *Diodora* Gray, 1821

Diodora minuta (Lamarck, 1822)

Familia LOTTIDAE

Género *Lottia* Gray, 1833

Lottia antillarum (Sowerby, 1830) INB0001482191

Superfamilia TROCHOIDEA

Familia SKENEIDAE

Género *Parviturbo* Pilsbry y McGinty, 1945

Parviturbo weberi Pilsbry y McGinty, 1945* INB0003794842

Superorden CAENOGASTROPODA

Orden SORBEOCONCHA

Superfamilia CERITHIOIDEA

Familia CERITHIIDAE

Género *Cerithium* Brugière, 1789

Cerithium atratum (Born, 1778)®

Suborden HYPGASTROPODA

Superfamilia LITTORINOIDEA

Familia LITTORINIDAE

Subfamilia LITTORININAE

Género *Nodilittorina* Martens, 1897

Nodilittorina dilatata (d'Orbigny, 1842)® INB0003761875

Nodilittorina interrupta (C. B. Adams, in Philippi, 1847)® INB0003761764

Superfamilia RISSOIDEA

Familia RISSOIDAE

Subfamilia RISSOININAE

Género *Rissoina* Orbigny, 1842

Rissoina princeps (C. B. Adams, 1850)® INB0003790598

Rissoina striatocostata d'Orbigny, 1842*

Familia CAECIDAE

Género *Caecum* Fleming, 1813

Caecum pulchellum Stimpson, 1851 INB0003762175

Caecum regulare Carpenter, 1858*

Género *Meioceras* Carpenter, 1858

Meioceras nitidum (Stimpson, 1851)® INB0003762138

Familia VITRINELLIDAE

Género *Solariorbis* Conrad, 1865

Solariorbis corylus Olsson y McGinty, 1958® INB0003762049

Género *Vitrinorbis* Pilsbry y Olsson, 1952

Vitrinorbis elegans Olsson y McGinty, 1958® INB0003762050

Familia VERMETIDAE

Género *Petalconchus* H. C. Lea, 1843

Petalconchus erectus (Dall, 1889) INB0003762052

Superfamilia STROMBOIDEA

Familia STROMBIDAE

Género *Strombus* Linné, 1758

Strombus costatus Gmelin, 1791*

Espinosa y Ortea

Superfamilia VANIKOROIDEA

Familia VANIKORIDAE

Género *Macromphalina* Cossmann, 1888

Macromphalina palmalitoris Pilsbry y McGinty, 1950* INB0003136993

Superfamilia TONNOIDEA

Familia RANELLIDAE

Subfamilia CYMATIINAE

Género *Cymatium* Röding, 1798

Subgénero *Septa* Perry, 1810

Cymatium occidentale (Mörch, 1877)* INB0003762059

Suborden PTENOGLOSSA

Superfamilia EULIMOIDEA

Familia EULIMIDAE

Género *Melanella* Bowdrich, 1822

Melanella bilineata Alder, 1848* INB0003707677

Melanella arleyi Espinosa, Ortea y Magaña, 2001 **Holotipo**

Orden NEOGASTROPODA

Superfamilia MURICOIDEA

Familia MURICIDAE

Género *Dermomurex* Monterosato, 1890

Dermomurex pacei Petuch, 1988*

Familia BUCCINIDAE

Subfamilia PISANIINAE

Género *Pollia* Sowerby, 1834

Pollia auritula (Link, 1807)® INB0003790617

Familia CYSTISCIDAE

Subfamilia PLESIOCYSTISCINAE

Género *Plesiocystiscus* Covert y Covert, 1995

Plesiocystiscus alfopivai Espinosa y Ortea, 2002 **Holotipo**

Género *Ticocystiscus* Espinosa y Ortea, 2002

Ticocystiscus iberia Espinosa y Ortea, 2002 **Holotipo**

Subfamilia PERSICULINAE

Género *Gibberula* Jousseaume, 1888

Gibberula caribetica Espinosa y Ortea, 2002 **Holotipo**

Familia MARGINELLIDAE

Género *Dentimargo* Cossmann, 1899

Dentimargo argonauta Espinosa y Ortea, 2002 **Holotipo**

Género *Prunum* Herrmannsen, 1862
Prunum cahuitaensis Magaña, Espinosa y Ortea, 2003 **Holotipo**
 Descrito en *Avicennia* 16, página 122 a 124 (Láminas 1 y 2).

Familia COSTELLARIIDAE

Género *Vexillum* Röding, 1798
 Subgénero *Pusia* Swainson, 1840
Vexillum moniliferum (C. B. Adams, 1845)* INB0003762057

Superfamilia CONOIDEA

Familia TURRIDAE

Subfamilia MANGELIINAE

Género *Ithythythara* Woodring, 1928
Ithythythara lanceolata (C. B. Adams, 1850)*
 Género *Pyrgocythara* Woodring, 1928
Pyrgocythara fusca (C. B. Adams, 1845)*

SUBCLASE HETEROBRANCHIA

Superorden ALLOGASTROPODA

Superfamilia ARCHITECTONICOIDEA

Familia ARCHITECTONICIDAE

Género *Heliacus* Orbigny, 1842
Heliacus cylindricus (Gmelin, 1791)

Superfamilia PYRAMIDELLOIDEA

Familia PYRAMIDELLIDAE

Subfamilia ODOSTOMIINAE

Género *Chrysallida* Carpenter, 1857
Chrysallida toroensis Olsson y McGinty, 1958* INB0003790534
 Género *Ividia* Dall y Barstch, 1904
Ividia havanensis (Pilsbry y Aguayo, 1943)®

SUBCLASE OPISTOBRANCHIA

Orden CEPHALASPIDEA

Superfamilia HAMINOEOIDEA

Familia HAMINOEOIDAE

Género *Haminoea* Turton y Kingston in Carrington, 1830
Haminoea elegans (Gray, 1825)* INB0003758921
 Género *Atys* Montfort, 1810
Atys caribaeus (Orbigny, 1842)® INB0003792435
Atys macandrewii E. A. Smith, 1872* INB0003758918
Atys sandersoni Dall, 1881*
Atys sharpi Vanatta, 1901* INB0003758906
 Citada en ESPINOSA Y ORTEA (2001) como *Atys guildingi* (Sowerby, 1869).

Espinosa y Ortea

Orden SACOGLOSSA

Suborden TAMANOVALVINA

Superfamilia JULIOIDEA

Familia ELYSIIDAE

Género *Elysia* Risso, 1818

Elysia eugeniae Ortea y Espinosa, 2002

Holotipo

Elysia pourchoni Thompson, 1977*

INB0003758897

Elysia zuleicae Ortea y Espinosa, 2002

Holotipo

Orden NOTASPIDEA

Superfamilia UMBRACULOIDEA

Familia UMBRACULIDAE

Género *Umbraculum* Schumacher, 1817

Umbraculum umbraculum (Lightfoot, 1786)*

INB0003451329

Orden NUDIBRANCHIA

Suborden DORIDINA

Superfamilia CRYPTOBRANCHIA Fischer, 1883

Familia CHROMODORIDIDAE Bergh, 1891

Género *Noumea* Risbec, 1928

Noumea regalis Ortea, Caballer y Moro, 2001

Holotipo

Suborden AEOLIDIINA

Superfamilia EUAEOLIDIOIDEA

Familia EUBRANCHIDAE

Género *Eubranchus* Forbes, 1834

Eubranchus convenientis Ortea y Caballer, 2002

Holotipo

Familia Facelinidae

Género *Cratena* Bergh, 1864

Cratena piutaensis Ortea, Caballer y Espinosa, 2003

Holotipo

Descrito en *Avicennia* 16 : 130-132, figuras 1 y 4A, Lámina 1A.

Familia AEOLIDIIDAE

Género *Berghia* Trinchese, 1877

*Berghia creutzbergi** Marcus y Marcus, 1970

INB0003761688

Género *Milleria* Ortea, Caballer y Espinosa, 2003

Milleria ritmica Ortea, Caballer y Espinosa, 2003

Holotipo

Género y especie descritos en *Avicennia* 16: 132-137, figuras 2 y 4B, Lámina 1B

El holotipo se encuentra acompañado de una filmación en video que recoge el singular movimiento del animal en vivo

Clase BIVALVIA

SUBCLASE PTERIOMORPHIA

Orden MYTILOIDA

Superfamilia MYTILOIDEA

Familia MYTILIDAE

Subfamilia MYTILINA

Género *Hormomya* Mörch, 1853

Hormomya domingensis (Lamarck, 1819) INB0003762056

Suborden PECTININA

Superfamilia ANOMIOIDEA

Familia ANOMIIDEA

Género *Pododesmus* Philippi, 1837

Pododesmus rudis (Broderip, 1834)* INB0003762054

Orden PHOLADOMYOIDA

Superfamilia PANDOROIDEA

Familia LYONSIIDAE

Género *Entodesma* Philippi, 1845

Entodesma beana (d'Orbigny, 1842)* INB0003762055

Clase CEPHALOPODA

SUBCLASE COLEOIDA

Orden OCTOPODA

Suborden INCIRRATA

Superfamilia OCTOPODOIDEA

Familia OCTOPODINAE

Género *Octopus* Lamarck, 1798

Octopus joubini Robson, 1929* INB0001497495

AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento a nuestro amigo y colega Julio Magaña, ex-Curador de moluscos del INBio por sus gestiones y participación en las giras de colecta, a Manuel Caballer, investigador del Area de Ecología de la Universidad de Cantabria por su participación en las investigaciones de campo, así como a los parataxónomos del INBio: Socorro y Chumi, y a Frank Gonzalez por su ayuda en los muestreos y tratamiento del material. A los miembros del MINAE de Costa Rica en Cahuita por su apoyo incondicional.

Los resultados de este trabajo forman parte del proyecto *Development of Biodiversity Knowledge and Sustainable Uses in Costa Rica*, con financiamiento del Gobierno de Holanda y con la colaboración del MINAE.



BIBLIOGRAFÍA

- BANDEL, K. Y KADOLSKY, D. 1988. Western Atlantic Species of *Nodilittorina* (Gastropoda: Probranchia). Comparative Morphology and its Funcional, Ecological, Phylogenetic and Taxonomic Implications. *The Veliger*, 25 (1): 1-42.
- ESPINOSA, J., Y ORTEA, J. 2001. Moluscos del Mar Caribe de Costa Rica: desde de Cahuita hasta Gandoca. *Avicennia, Suplemento 4*: 1-77.
- ESPINOSA, J., Y ORTEA, J. 2002. Nuevas especies de margineliformes de Cuba, Bahamas y el Mar Caribe de Costa Rica. *Avicennia*, 15: 101-128.
- ESPINOSA, J., ORTEA, J. Y MAGAÑA, J. 2001. Descripción de nuevas especies del género *Melanella* Browdich, 1822 (Mollusca: Prosobranchia: Eulimidae) del Caribe de Costa Rica y costas de Cuba. *Avicennia*, 14: 120-124.
- ORTEA, J. Y CABALLER, M. 2002. Nuevos datos sobre el género *Eubranthus* Forbes, 1838 (Mollusca: Nudibranchia) en aguas templadas del Atlántico Oeste. *Avicennia*, 15: 77-90.
- ORTEA, J., CABALLER, M. Y MORO, L. 2001. Una nueva especie del género *Noumea* Risbec, 1928 (Mollusca: Nudibranchia) del Caribe arrecifal de Costa Rica, descrita con motivo del Quinto Centenario de su descubrimiento. *Avicennia* 14: 1-6.
- ORTEA, J. Y ESPINOSA, J. 2002. Nuevas especies del género *Elysia* Risso, 1818 (Mollusca: Sacoglossa) con caracteres singulares. *Avicennia*, 15: 129-140.
- ROBINSON, D. G. Y MONTOYA, M. 1987. Los moluscos marinos de la Costa Atlántica de Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.*, 35(2): 375 - 400.

Descripción de dos nuevas especies del género *Prunum* Herrmannsen, 1852 (Mollusca: Gastropoda: Marginellidae) del Caribe y el Pacífico de Costa Rica

Description of two new species Prunum Herrmannsen, 1852 (Mollusca: Gastropoda: Marginellidae) from the Caribbean and Pacific coasts of Costa Rica

Julio Magaña¹, José Espinosa² y Jesús Ortea³

¹Ex-Curador de Malacología, Instituto Nacional de Biodiversidad, INBio, Costa Rica.

²Instituto de Oceanología, Avda. 1ª n° 18406, E. 184 y 186, Playa, La Habana, Cuba.

³Departamento BOS, Laboratorio de Zoología, Universidad de Oviedo, España.

Resumen

A partir de material recolectado mediante arrastres del bentos en fondos de fango, se describen dos nuevas especies del género *Prunum* de las costas de Costa Rica, *Prunum cahuitaensis*, del Parque Nacional Cahuita, en el Mar Caribe, y *Prunum lizanoi* del Refugio de Vida Silvestre Bahía Junquillal, en el Océano Pacífico.

Abstract

On recent survey trips to the South Caribbean and North Pacific coasts of Costa Rica, two new species of *Prunum* were obtained dredging muddy bottoms, *Prunum cahuitaensis* new species, from Cahuita National Park in the Caribbean and *Prunum lizanoi* new species, from Bahía Junquillal Wildlife Refuge.

Palabras clave: Mollusca, Marginellidae, especies nuevas, Caribe, Pacífico, Costa Rica.

Key words: Mollusca, Marginellidae, new species, Caribbean, Pacific, Costa Rica.

INTRODUCCIÓN

En las costas de Costa Rica se habían registrado hasta el presente un total de cinco especies del género *Prunum* Herrmannsen, 1852 (familia Marginellidae): dos del Mar Caribe: *Prunum holandae* Espinosa y Ortea, 1999 y *Prunum chumi* Espinosa y Ortea, 2000 y tres del Océano Pacífico: *Prunum curtum* (Sowerby, 1832), *Prunum sapotilla* (Hinds, 1844) y *Prunum aletes* Roth, 1978.

En el presente trabajo damos a conocer dos nuevas especies del género *Prunum* asociadas a fondos de fango y de hábitos minadores; ambas con patrones muy distintivos en la coloración de la concha y del animal. La primera recolectada en el Parque Nacional Cahuita, Mar Caribe y la segunda procedente del Refugio de Vida Silvestre Bahía Junquillal, Océano Pacífico. De ambas especies se aportan descripciones detalladas de la concha y del animal vivo, además de esquemas de su anatomía interna y de la estructura radular.

Con estas dos adiciones, se elevan a 19 las nuevas especies de las familias Cystiscidae y Marginellidae descubiertas durante los inventarios de moluscos marinos realizados por el Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio), dentro del proyecto *Development of Biodiversity Knowledge and Sustainable Uses in Costa Rica*, con financiamiento del Gobierno de Holanda y con la colaboración del Ministerio del Ambiente y Energía.

Las abreviaturas usadas en las figuras son: **br**: branquia (*gill*), **cl**: conducto de Leiblein (*Leiblein duct*), **e**: esofago (*oesophagus*), **et**: estomago (*stomach*), **gc**: ganglios cerebroides (*cerebral ganglions*), **gd**: glándula digestiva (*digestive gland*), **gh**: glándula hipobranquial (*hypobranchial gland*), **gs**: glandula salivar (*salivar gland*), **os**: osfradio (*osphradium*), **p**: pie (*foot*), **pb**: proboscis (*proboscis*).

SISTEMÁTICA

Orden NEOGASTROPODA

Familia MARGINELLIDAE Fleming, 1828

Género *Prunum* Herrmannsen, 1852

Prunum cahuitaensis especie nueva

(Figuras 1y 2A-B, Láminas 1A y 2A)

Material examinado: Tres ejemplares recolectados vivos, y una concha, en el Parque Nacional Cahuita (localidad tipo), Mar Caribe de Costa Rica. Holotipo: (12,7 mm de largo y 7,45 mm de ancho) depositado en las colecciones del INBio, Costa Rica. Paratipo: (11,1 mm de largo y 6,3 mm de ancho) depositado en el INBio.

Descripción: Concha lisa y brillante, de tamaño mediano comparado con otras especies caribeñas del género, de forma suboval con sus lados moderadamente convexos. Espira corta y poco saliente, formada por tres vueltas, la primera de las cuales, grande y redondeada, es de protoconcha. La última y cuarta vuelta ocupa aproximadamente el 86 % del largo total de la concha. Abertura alargada y estrecha, ligeramente más ensanchada en su porción anterior; *labrum* relativamente ancho y poco engrosado, sin denticulos internos. Columela con cuatro pliegues desiguales en desarrollo y disposición, los dos anteriores más unidos entre sí, siendo el segundo el más notable de todos y el cuarto es el menos desarrollado y el más separado entre ellos. Callo postlabral marcado, cubriendo hasta la sutura de la penúltima vuelta; el callo parieto columelar está también muy desarrollado, notablemente extendido sobre la porción dorsal al nivel de los pliegues columelares. Color de fondo castaño algo amarillento, con tres bandas espirales oscuras sobre la última vuelta, una subsutural, otra por debajo del hombro de la vuelta y la tercera hacia el tercio anterior de la concha. La protoconcha es de color más claro, al igual que el resto de la espira, donde se observa una fina línea oscura subsutural; el *labrum* y los callos postlabral y parieto columelar son de color blanco grisáceo, en ocasiones algo ensombrecido por el color del fondo.

El animal (Lám. 1A) es de color castaño oscuro con numerosos puntos claros, como granos de arena, el color está más acentuado sobre el sifón y los tentáculos.

Osfradio (Figs. 1A y 2B) más estrecho y corto que la branquia, pero con el mismo

número de laminillas (10-12 por mm) que ella; órgano de Leiblein (Fig. 2A) sacular; conducto de Leiblein muy largo (12 mm) contorneado y de igual diámetro en toda su longitud; esófago anterior diferenciado del posterior, que es extensible y de paredes gruesas. Hay dos grandes glándulas salivares.

Rádula formada por 44 placas de 400 μm de ancho; cada placa (Fig.1B) tiene 28 cúspides de las cuales 6-8 están más desarrolladas que el resto; las placas son simétricas en los extremos presentando 5 cúspides decrecientes en cada lado.

Etimología: *cahuitaensis*, en alusión a su localidad tipo, Cahuita, en el Mar Caribe de Costa Rica.

Discusión: Por su tamaño, forma y patrón de color, *Prunum cahuitaensis*, especie nueva, no parece tener relación con ninguna otra especie caribeña conocida del género. Se diferencia fácilmente de *Prunum chumi* Espinosa y Ortea, 2000, (Lám. 2C) descrita de

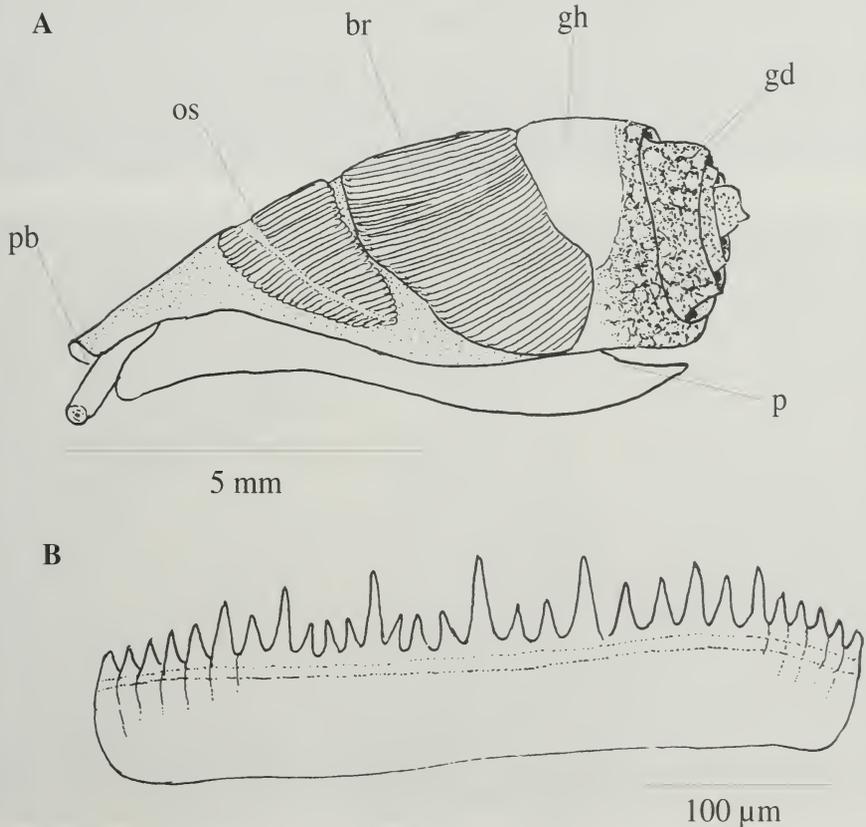


Figura 1. Anatomía de *P. cahuitaensis*, especie nueva: A, vista lateral izquierda; B, placa radular.
Figure 1. Anatomy of *Prunum cahuitaensis*, new species: A, left lateral view; B, radular plate.

Manzanillo, localidad cercana en el Caribe de Costa Rica, por ser de menor tamaño y tener un patrón de color diferente (véase ESPINOSA Y ORTEA, 2001). Por la ausencia de puntitos blancos sobre la parte dorsal de la concha pudiera ser relacionada con *Prunum apicinum* (Menke, 1828) (= *Marginella conoidalis* Kiener, 1834), especie de forma triangular, con el ápice coloreado de pardo oscuro, que posee pliegues columelares diferentes y presenta manchas de color en el *labrum*, entre otras características.

P. cahuitaensis, especie nueva, vive minando en las arenas fangosas entre 3 y 7 m de profundidad, de donde fue obtenida mediante una rastra de fondo.

***Prunum lizanoi* especie nueva**
(Figuras 2C y 3, Láminas 1B y 2B)

Material examinado: Seis ejemplares vivos y numerosas conchas, recolectados en el Refugio de Vida Silvestre Bahía Junquillal (localidad tipo), Golfo de Santa Elena, Guanacaste, Océano Pacífico de Costa Rica. Holotipo: (13.5 de largo y 7 mm de ancho) depositado en el INBio, Costa Rica (INB0003481195). Paratipos: 12.9 mm de largo y 6.6 mm de ancho (INB0003481192) y 12.7 mm de largo y 6.7 mm de ancho (INB0003476231), depositados en el INBio.

Descripción: Concha lisa y brillante, de tamaño mediano comparado con otras especies americanas del género, de forma suboval alargada, ligeramente bicónica, con sus lados moderadamente convexos. Espira corta pero saliente y aguzada, formada por tres vueltas, la primera de las cuales, grande y redondeada, es de protoconcha. La última y

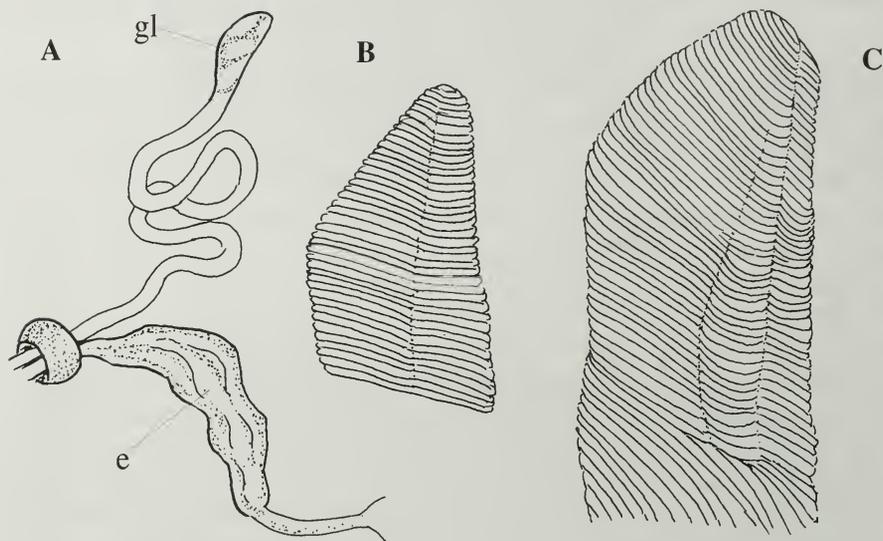


Figura 2. A, *P. cahuitaensis*: esófago (e) y órgano de Leiblein (gl). B y C: vista ventral del osfradio de *P. cahuitaensis* (B) y *P. lizanoi* (C).

Figure 2. A, *P. cahuitaensis*: oesophagus (e) and Leiblein gland (gl). B & C: ventral view of the osphradium of *P. cahuitaensis* (B) and *P. lizanoi* (C).



Lámina 1. Animales vivos de: A, *Prunum cahuitaensis* y B, *Prunum lizanoi*, especies nuevas.
Plate 1. Living animals of: A, *Prunum cahuitaensis* and B, *Prunum lizanoi*, new species.

cuarta vuelta ocupa aproximadamente el 83,3 % del largo total de la concha. Abertura alargada y estrecha, ligeramente más ensanchada en su porción anterior; *labrum* relativamente estrecho y poco engrosado, con diminutos denticulos internos irregulares. Callo postlabral algo desarrollado, extendido hasta la sutura de la vuelta precedente; sin callo parieto columelar. Columela con cuatro pliegues, los dos anteriores más desarrollados, sobre todo el primero, y siguiendo el ángulo de torsión de la concha; los dos posteriores menos marcados, principalmente el cuarto, dispuestos casi perpendicularmente al eje columelar. Color de fondo castaño con dos bandas espirales más oscuras, las que producen dos manchas anchas sobre el *labrum*, una media y otra hacia el tercio anterior. Sobre la última vuelta hay manchitas blancas, irregulares en forma y disposición. Además de las dos manchas señaladas, en el *labrum* existen dos manchas de igual color, pero menos conspicuas, una al comienzo del callo postlabral y la otra en el extremo anterior de la concha. El color del *labrum* es blanco hacia la abertura, al igual que los pliegues columelares, mientras que en su porción dorsal es pardo amarillento claro, color que también presentan las dos primeras vueltas de la espira.

Animal de color blanco con numerosas manchitas pardas en el manto, la proboscis y los tentáculos, en este último caso, en ocasiones formando bandas en algunos individuos.

Osfradio (Figs. 2C y 3A) más ancho que la branquia y algo más corto, con la mitad de laminillas por milímetro. Órgano de Leiblein sacular, conducto de Leiblein largo, con torneado y de igual diámetro en toda su longitud; esófago anterior dilatado. Dos grandes glándulas salivares (Fig. 3A).

Rádula formada por 47 placas de unas 300 μm de ancho, cada placa (Fig. 3B) tiene 4 cúspides más desarrolladas que el resto y son asimétricas en los extremos donde presentan 3 cúspides pequeñas en el borde izquierdo y 5-6 en el derecho.

Etimología: Nombrada en honor de D. Eduardo Lizano Fait, ex-Gobernador del Banco Nacional de Costa Rica por su incondicional apoyo al Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio)

Discusión: *Prunum lizanoi*, especie nueva, no tiene relación con ninguna otra especie americana del género en el Pacífico ni en el Caribe. Sus características más distintivas son su forma suboval alargada, con la espira corta pero bien señalada y aguzada, y el patrón de color tanto de la concha como del animal.

De las especies del género del Pacífico oriental (KEEN, 1971; COAN Y ROTH, 1966; ROTH, 1978): *Prunum sapotilla* (Hinds, 1844), *Prunum curtum* (Sowerby, 1832) y *Prunum macleini* Roth, 1978, son de tamaño mayor (de unos 30 mm, 20 mm y 40 mm respectivamente), y poseen una espira proporcionalmente más corta. *Prunum aletes* Roth, 1978, fue situado en el subgénero *Microspira* Conrad, 1868 por presentar denticulos en el borde interno de su labio externo, carácter que no presenta la nueva especie aquí propuesta. *Prunum gorgonense* Roth, 1978, posee una espira extendida, alcanza los 16 mm de largo y es de color pardo rosado. *Prunum woodbridgei* Hertlein y Strong, 1951, de unos 12 mm de largo, es de forma más triangular y de espira corta, de color gris, con el ápice sombreado de pardo naranja.

AGRADECIMIENTOS

Nuestro reconocimiento al Dr. Eugene V. Coan. A los parataxónomos del INBio: So-corro, Mario y Chumi, y a Frank Gonzalez y Fabio Esquivel por su ayuda en las cam-pañas de muestreo. A Maribel por su colaboración en las fotografías. A los miembros del MI-NAE de Costa Rica en Cahuita y Bahía Junquillal, especialmente a Sara Araya y Gio-vanni Bassey por los permisos de colecta.

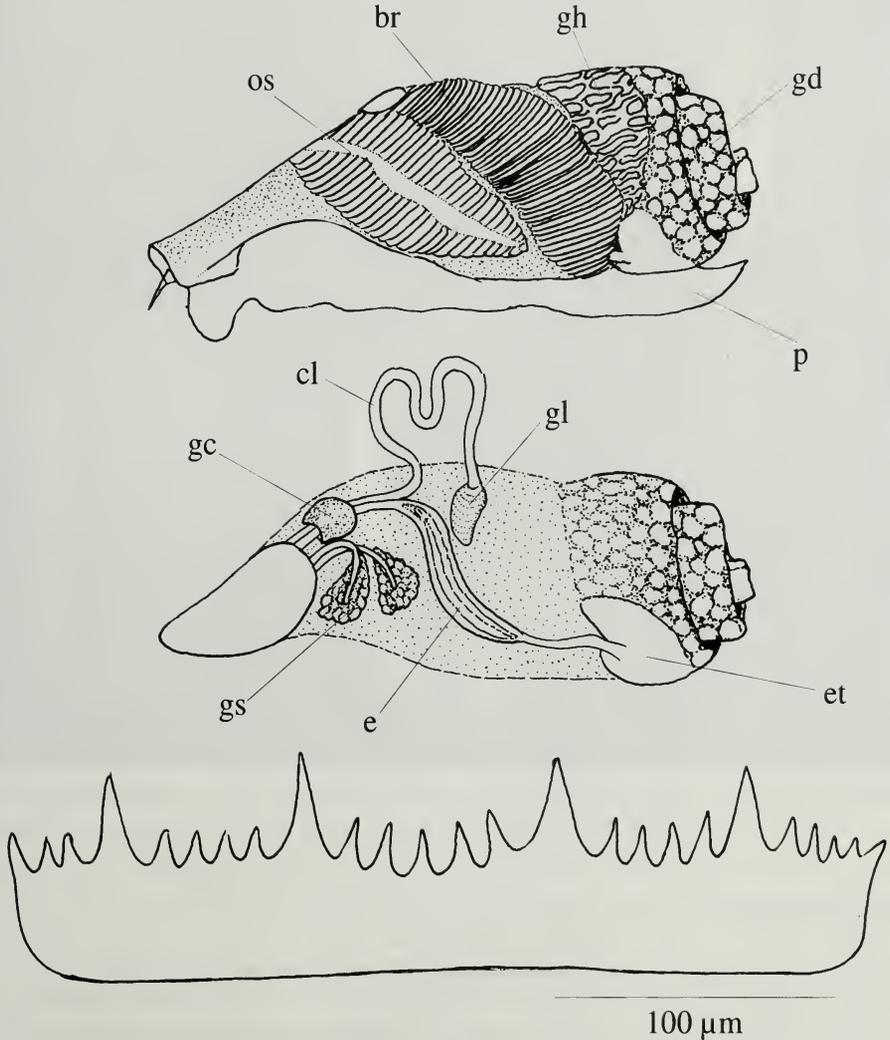


Figura 3. Anatomía de *P. lizanoi*, especie nueva: A, vista lateral izquierda, B, placa radular.
Figure 3. Anatomy of *P. lizanoi* new species: A, left lateral view, B, radular plate.

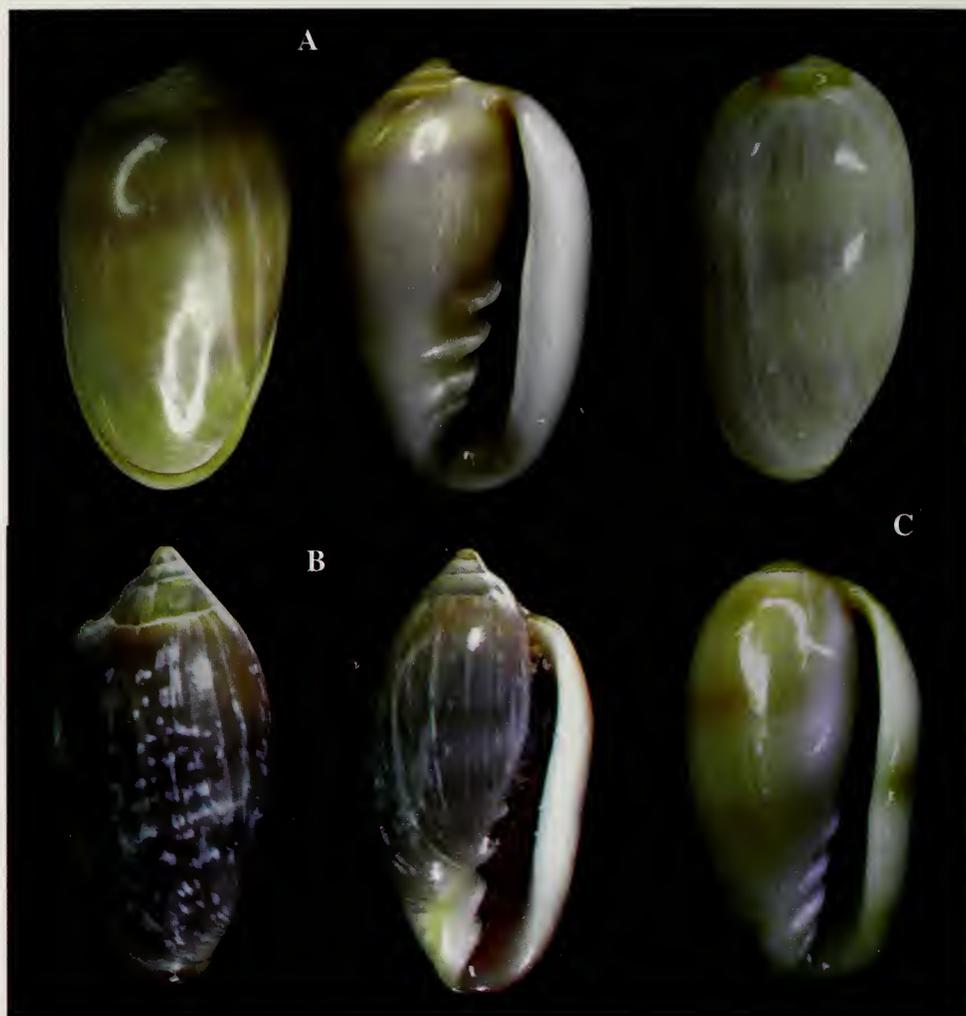


Lámina 2. A, *Prunum cahuitaensis* (12.7mm), B, *Prunum lizanoi* (13.5mm), C, *Prunum chumi* (12 mm)

BIBLIOGRAFÍA

- COAN, E. V. Y ROTH, B. 1966. The west American Marginellidae. *The Veliger*, 8(4): 276–299.
- ESPINOSA, J. Y ORTEA, J. 2001. Moluscos del Mar Caribe de Costa Rica: desde Cahuita hasta Gandoca. *Avicennia, Suplemento 4*: 1-77.
- KEEN, M. A. 1971. *Sea Shells of Tropical West American. Marine Mollusks from Baja California to Peru*. Second Edition. Stanford University Press, Stanford, California. 1064 págs.
- ROTH, B. 1978. New species and records of tropical west American Marginellidae (Mollusca: Neogastropoda). *Nat. Hist. Museum of Los Angeles, Contributions in Science*, 292: 1-17.

Nuevos Aeolidaceos (Mollusca: Gastropoda) de Costa Rica

New Aeolid (Mollusca: Gastropoda) from Costa Rica

Jesús Ortea¹, Manuel Caballer² y José Espinosa³

¹Departamento BOS, Área de Zoología, Universidad de Oviedo, España.

²Depto. de CC y TT del Agua y del Medio Ambiente, Universidad de Cantabria, España.

³Instituto de Oceanología, Avda. 1ª nº 18406, E. 184 y 186, Playa, La Habana, Cuba.

Resumen

Descripción de un género y tres nuevas especies de Aeolidaceos de Costa Rica

Abstract

Three new species and a new genus of Aeolid from Costa Rica are described.

Palabras clave: Aeolidaceos, nuevas especies, Costa Rica.

Key words: Aeolid, new species, Costa Rica.

INTRODUCCION

Una de las dificultades que plantea la sistemática de los Aeolidaceos es la definición de los límites de sus géneros, siendo frecuentes las especies con caracteres de tránsito entre dos géneros próximos; a esa dificultad para la definición, contribuye el uso frecuente de caracteres singulares del aparato reproductor para definirlos, práctica que además de hacer que prosperen las especies tránsito, fomenta la creación de géneros nuevos representados solo por la especie tipo y crea una dificultad adicional, deja a los animales inmaduros sin género, es decir, los convierte en *aeolidaceos anónimos* durante una parte de su ciclo vital, tiempo que puede llegar a superar al de los animales maduros; y todo ello sin tener en cuenta el grado de dificultad que plantea una disección del aparato genital en pequeños aeolidaceos, el estado de madurez sexual del animal, la subjetividad del taxónomo y sus aptitudes para la interpretación anatómica y gráfica de los caracteres, sin olvidarnos de las limitaciones para acopiar material en especies de baja densidad poblacional, cuya parquedad no permite ensayos anatómicos ni estudios de variabilidad.

No debe pues, resultar sorprendente, que después de varios años de muestreos regulares en el litoral de Costa Rica existan aeolidaceos en la colección de estudio, pendientes aun de inventariar o describir, por estar representados en su mayoría por un solo ejemplar y por las dificultades que plantea su asignación genérica.

El objetivo de este trabajo es avanzar en el inventario de estos animales describiendo tres nuevas especies mediante caracteres estables en su ciclo de vida bentónica, como son anatomía externa (coloración, inserción de los ceratas y rinóforos), mandíbulas y rádula, que permiten una fácil identificación posterior de nuevos especímenes.

Orden NUDIBRANCHIA
Suborden AEOLIDACEA
Familia GLAUCIDAE Oken, 1815
Subfamilia Crateninae Bergh, 1890
Género *Cratena* Bergh, 1864

Cratena piutaensis especie nueva
(Figuras 1 y 4A; Lámina 1A)

Material examinado: Punta Piuta (localidad tipo), Limón, Costa Rica; 2.9.2003, dos ejemplares de 6 y 7 mm recolectados a 4 m de profundidad sobre algas en un fondo turbio. Designado como holotipo el ejemplar de 7 mm y depositado en el INBio.

Etimología: Nombrada *C. piutaensis* por su localidad tipo, Punta Piuta, Limón, en el mar Caribe de Costa Rica.

Descripción: Cuerpo con el dorso jaspeado de blanco, amarillento y pardo, y los flancos amarillo hialino con algunas manchas blanco nieve. Hay una gran mancha de color amarillo oro en el dorso de la cabeza y en los laterales se aprecia una mancha violacea por transparencia. El área cardiaca es larga y estrecha, en comparación con otros aeolidaceos, y está pigmentada de blanco nieve. Los tentáculos orales son largos y de color amarillo oro, se adelgazan poco desde la base al ápice y se curvan hacia arriba. Los rinóforos (Fig. 1A) están soldados en la base en un pedúnculo común y presentan pliegues huecos irregulares, 5 en el ejemplar de 6 mm y 7 en el de 7 mm; estos pliegues están soldados por delante y espaciados entre si, siendo los 2-3 superiores de color amarillo oro y el resto de color carmín. El pie tiene el borde anterior orlado con manchas amarillo oro, está algo hendido en el centro y presenta los angulos laterales anchos y dirigidos hacia atrás. La cola es amarilla y sobresale por detrás de los últimos ceratas del cuerpo abatidos.

Hay siete grupos de ceratas en el animal de 7 mm y 6 en el de 6 mm (Fig. 4A); los precardiacos se distribuyen formando un arco y los postcardiacos se disponen en hileras perpendiculares al pie, siendo los de mayor tamaño los más dorsales, tanto en el arco como en las hileras. El número de ceratas por grupo fue: 5-4:3:2:2:2:1 en el ejemplar de 7 mm y 4-3:3:2:2:1 en el de 6 mm. Los ceratas tienen forma de salchicha, con un corto pedúnculo de inserción (Fig. 1B) y se adelgazan bruscamente en el ápice. La coloración es muy uniforme en todos: amarilla con reflejos naranja en los 3/4 distales y azul celeste con la zona de inserción castaño en el 1/4 proximal. Alrededor del ápice hay un anillo blanco nieve sobre fondo hialino. La ovotestis es blanca y visible por transparencia entre los grupos 2º y 5º de ceratas del cuerpo.

Animal cleioprocto, el ano se sitúa detrás de la primera hilera de ceratas postcardiacos del lado derecho, el poro renal hacia la mitad del área cardiaca y la papila genital debajo de la primera hilera de ceratas.

Cada hemimandíbula (Fig. 1C) mide 515 µm de largo por 400 µm de ancho, tiene el borde cortante mellado, casi liso y ángulos redondeados; en el umbo hay ganchos de tamaño y distribución irregulares orientados en el sentido contrario al del borde cortante.

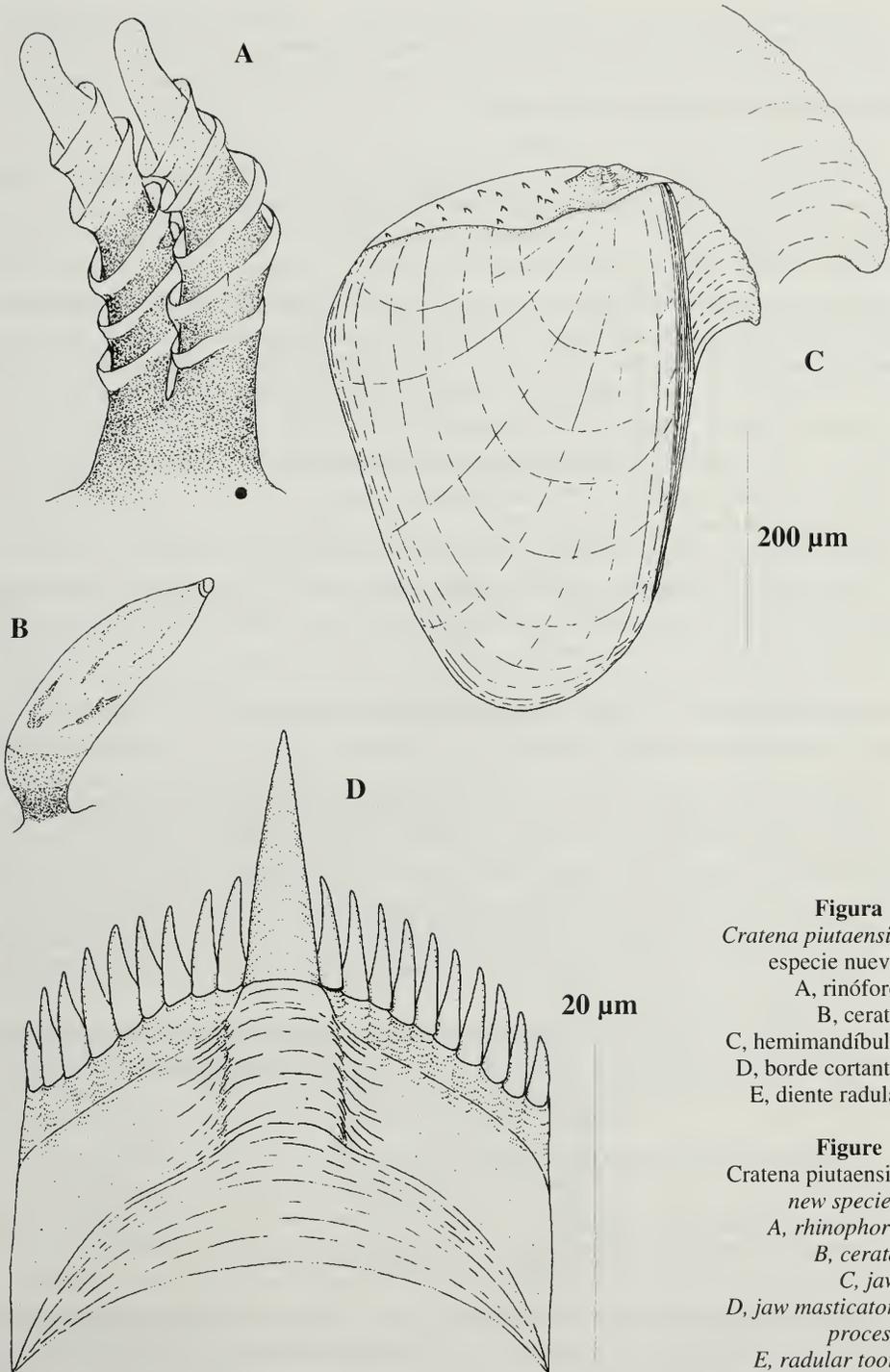


Figura 1.
Cratena piutaensis,
 especie nueva,
 A, rinóforo,
 B, cerata,
 C, hemimandíbula,
 D, borde cortante,
 E, diente radular

Figure 1.
Cratena piutaensis,
 new species,
 A, rhinophore,
 B, cerata,
 C, jaw,
 D, jaw masticatory
 process,
 E, radular tooth

La fórmula radular es 17 x 0.R.0. Los dientes(Fig. 1D) miden 40 μm de alto por 35 μm de ancho y presentan una cúspide central afilada y prominente con 9 a 11 dentículos de tamaño mucho menor a cada lado. Los dentículos laterales son menos afilados y decrecen ligeramente hacia los laterales del diente.

Discusión: Por el modo en que se insertan los ceratas en el cuerpo y por la rádula, cuyo diente presenta una fuerte cúspide central y cúspides laterales dispuestas casi en un mismo plano más o menos perpendicular a ella, incluimos a esta especie en el género *Cratena* Bergh, 1864. Las mandíbulas con ganchitos dorsales y con el borde cortante casi liso, los dientes radulares, la forma de los rinóforos y la coloración del animal diferencian a *Cratena piutaensis*, especie nueva, de las restantes especies atlánticas del género cuyas características externas se pueden ver en ORTEA Y MORO (1998) y de las cuales sólo una especie ha sido descrita en el Atlántico americano: *Cratena pilata* Gould, 1870 (= *Cratena kaoruae* Marcus, 1957), un animal que se alimenta de hidrozooos del género *Tubularia* y que se distribuye desde Carolina del Norte al Brasil. *C. pilata* presenta un fino punteado castaño por todo el cuerpo, incluso en los tentáculos orales y en los rinóforos, presentando éstos finos gránulos y arrugas; los divertículos digestivos de los ceratas son también castaño y en ocasiones hay puntos blanco nieve superficiales.

Una especie Indopacífica *Cratena affinis* (Baba, 1949) tiene los rinóforos con anillos parecidos a los de *C. piutaensis*, especie nueva y a los que están presentes en otra especie caribeña de la familia *Nanuca sebastiani* Marcus, 1958, única especie conocida del género, estudiada en detalle en ORTEA, MARTINEZ Y VILLANI (1994). Al igual que en *C. piutaensis*, el diente radular de *C. affinis* tiene una cúspide media saliente y 9 a 12 dentículos a cada lado de ella alineados en un mismo nivel, y el borde cortante de la mandíbula, aunque está serrado, tampoco se prolonga en un gancho como sucede en otras especies de *Cratena*; sin embargo en *C. affinis* los dos primeros grupos de ceratas de cada lado se insertan formando un arco y los restantes en hileras oblicuas mientras que en *C. piutanesis* sólo forman un arco los del primer grupo. Otras especies Indopacíficas como *Cratena lineata* Eliot, 1904, con rinóforos lisos, tienen una disposición de los ceratas igual a la de *C. affinis*, y en las especies atlánticas *Cratena peregrina* (Gmelin, 1791) y *Cratena scintilla* Ortea y Moro, 1998, se insertan como en *C. piutaensis*, por lo que la definición del género podría recoger esta peculiaridad.

Los rinóforos soldados en un grueso pedúnculo basal y la mandíbula, con ganchos superficiales en el umbo y el borde cortante casi liso, son caracteres únicos de *Cratena piutaensis*, dentro de las especies conocidas del género.

Familia AEOLIDIDAE McGill, 1843

Género *Milleria* nuevo género

Especie tipo: *Milleria ritmica*, descrita a continuación del género.

Etimología: Nombrado en honor del Dr. M. C. Miller de la Universidad de Auckland, Nueva Zelanda, en reconocimiento a su destacada labor en el estudio de los Nudibranchios y en especial de la familia Aeolididae, a la que pertenece este nuevo género.

Diagnosís: Cuerpo alargado y moderadamente ancho, con la cola estrechándose bruscamente después de los últimos ceratas; tentáculos orales largos, cilíndricos, no aguzados; rinóforos soldados en un solo pedúnculo basal liso, el resto con verrugas en todo su contorno; ceratas en grupos separados, los precardiacos dispuestos en un paquete triangular, casi dicotómico, los postcardiacos en herradura; cleioprocto, ano en el segundo paquete derecho; abertura genital bajo el primer paquete; diente radular bajo y ancho, con dentículos de dos tamaños alternado en toda su longitud; borde masticador de la mandíbula con finos y largos dentículos, como un peine.

Discusión del género: El modo de inserción de los ceratas en el cuerpo, los dientes radulares con dentículos de dos tamaños y el borde masticador de la mandíbula pectinado, con finos y largos dentículos, separan a *Milleria*, nuevo género, de los restantes géneros de la familia Aeolididae tal y como la estructura MILLER (2001).

Milleria ritmica, especie nueva
(Figuras 2 y 4B, Lámina 1B)

Material examinado: Punta Mona (Localidad tipo), Manzanillo, Limón, Costa Rica, 19 de febrero de 2002. Un ejemplar de 9 mm entre algas pardas en el límite de bajamar, designado como holotipo y depositado en el INBio, junto con una filmación en video digital del animal vivo y su peculiar movimiento.

Etimología: Nombrada *M. ritmica* por su peculiar movimiento oscilatorio del cuerpo al desplazarse.

Descripción: Dos caracteres muy singulares están presentes en el animal vivo, el primero el movimiento, ya que se desplaza balanceando el cuerpo rítmicamente a un lado y al otro (75 oscilaciones por minuto), el segundo la cola, a modo de filamento, formada por un adelgazamiento brusco del cuerpo del animal por detrás de los últimos ceratas y sobre la cual el animal se mantiene sobre el sustrato con el resto del cuerpo libre, como si buscara orientarse, para luego tomar una dirección determinada, dejándose arrastrar por la corriente.

El cuerpo y la suela del pie son de color pardo (tonalidad del alga *Lobophora*), existiendo en el dorso grandes manchas ovaladas de color blanco-amarillento ocupando las áreas interceratales, la cabeza y la nuca (detrás de los rinóforos); vistas con aumento las manchas están formadas por un agregado denso de puntos blancos.

El área cardíaca es también blanca, prominente y con la superficie algo arrugada.

El borde anterior del pie es redondeado y presenta ángulos de base ancha con la prolongación tentacular orientada hacia atrás; la suela es más ancha que el cuerpo.

Los dos rinóforos surgen de un sólo pedúnculo basal liso (Fig. 2A), siendo su superficie granulada, como una frambuesa; sus laterales externos son algo cóncavos y los internos casi planos; presentan 11 anillos con 6-8 gránulos de tamaño regular (6 en los extremos) de los cuales los dos anillos apicales y el mucrón son blanco amarillentos, al igual que los dos centrales posteriores de cada anillo, lo que origina una banda vertical blanca

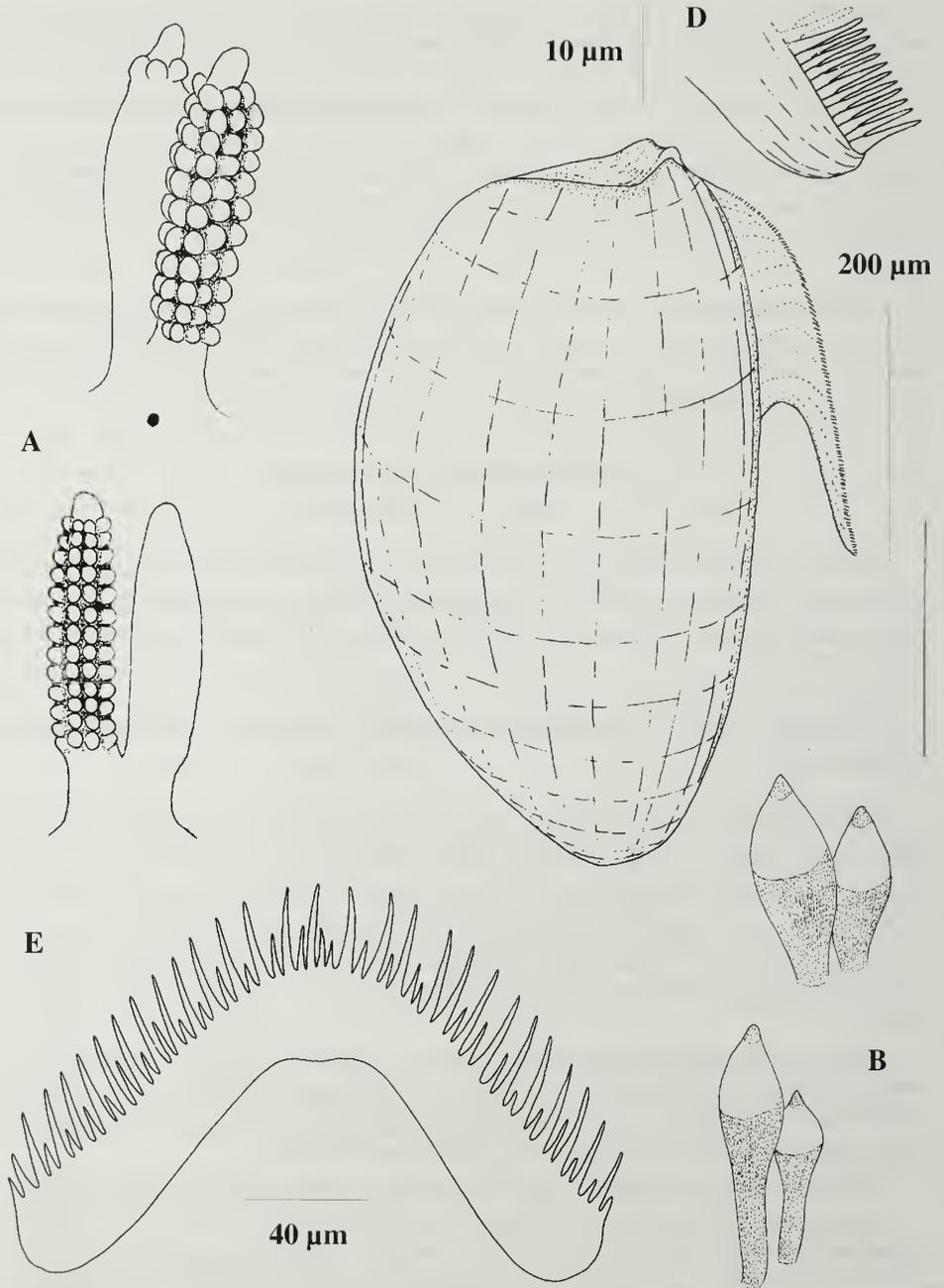


Figura 2. *Millieria ritmica*, género y especie nuevos, A, vista lateral y posterior de los rinóforos, B, ceratas relajados y extendidos, C, mandíbula, D, borde masticador, E, diente rádular.

Figure 2. *Millieria ritmica*, new genus and species, A, lateral and posterior view of the rhinophores, B, relaxed and extended cerata, C, jaw, D, jaw masticatory process, E, radular tooth.

a todo lo largo de cada rinóforo; el resto es de color pardo, como la tonalidad del cuerpo. Los tentáculos orales son largos y cilíndricos, sin afilar en el extremo; su mitad proximal es parda y la distal amarillo oro.

Los ceratas (Fig. 2B) con el animal en movimiento se contraen y son globosos, con la mitad superior de color amarillo oro y la inferior parda, al igual que el ápice. Cuando está en reposo la mitad inferior se adelgaza y estira, duplicando la extensión que tiene en movimiento. Hay cinco grupos separados de ceratas en cada lado del cuerpo, dispuestos de forma singular (Fig. 4B). En el primer grupo, el conjunto tiene forma triangular, y distribución casi dicotómica; forman cinco filas contadas del dorso al pie, estructuradas a su vez en cuatro hileras algo oblicuas; la primera fila o más dorsal con un solo cerata, la segunda con dos y la tercera, cuarta y quinta o más ventral con cuatro (1-2-4-4-4). En cada fila el tamaño de los ceratas decrece del cerata mas anterior al más posterior y en conjunto, cada fila/hilera decrece en tamaño en relación a la inmediata superior/anterior.

Los restantes grupos de ceratas forman una herradura invertida con los lados muy apretados. El número de ceratas en cada grupo fue: 15(1°):7(2°):7(3°):5(4°) y 3(5°).

La abertura genital está debajo del primer grupo de ceratas, muy cerca de la base de éstos y el ano en el primer grupo derecho de ceratas postcardiacos.

Cada hemimandíbula (Fig. 2C) mide 575 µm de largo por 400 µm de ancho, tiene forma ovoide, aplanada y de consistencia débil. El borde cortante (Fig. 2D) se prolonga hasta la altura de la mitad de la mandíbula y presenta dentículos largos y estrechos, todos de la misma longitud y regularmente separados entre sí, como las púas de un peine. Cuatro de estos dentículos abarcan 5 µm de ancho.

La fórmula radular es 21 x 0.R.0. Los dientes (Fig. 2E) son placas arqueadas repletas de dentículos estrechos y afilados de dos alturas, los cuales alternan en tamaño, siendo los cortos algo más de la mitad de la longitud de los largos. Los mayores dientes en su estado natural (sin aplastar) miden 170 µm de ancho por 50 µm de alto, con 56 dentículos y los de tamaño medio 150 µm de ancho por 45 µm de alto, con 42 dentículos.

Discusión: Por su estructura radular y por el conjunto de sus caracteres, esta singular especie puede ser incluida en la familia Aeolididae tal y como la entiende MILLER (2001); su primera referencia la encontramos en Internet en el *Sea Slug Forum*. (2 de junio de 2001) donde aparece como *Limenandra sp.* un ejemplar recolectado por Elianny Dominguez en Bahía Chengue, Parque Nacional de Tayrona, Santa Marta, Colombia.

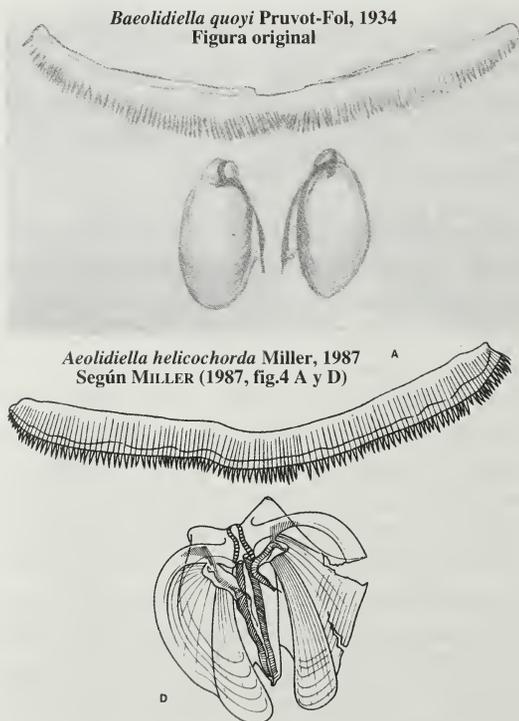
Dentro de los Aeolididae es en los géneros *Baeolidida* Bergh, 1888 (ceratas insertados en herradura) y *Limenandra* Haefelfinger y Stamm, 1958 (ceratas en hileras verticales), en los que encontramos especies con dientes radulares algo similares a los de *Milleria ritmica*, género y especie nuevos; es el caso de *Limenandra fusiformis* (Baba, 1949) y *Limenandra nodosa* Haefelfinger y Stamm, 1958 o *Baeolidia japonica* Baba, 1949, por ejemplo. Además, en *B. japonica* todo el contorno de los rinóforos tiene verrugas (en disposición irregular). Sin embargo, todas las especies conocidas de *Baeolidia* y *Limenandra* tienen el borde cortante de la mandíbula liso, muy diferente de la denticulación pectinada que existe en *M. ritmica*; con solo una excepción: *Baeolidia palythoae* Gosliner, 1985, con solo una hilera de ceratas precardiaco y con los laterales del borde anterior del pie redondeados, no tentaculares, caracteres que la excluyen del género *Baeolidia*. Además, en *B. palyt-*

hoae el borde cortante de la mandíbula está cubierto por papilas irregulares (GOSLINER, 1985), caracter que unido a los anteriores hacen de esta especie un animal sin género o que podría incluirse en *Aeolidiopsis* Pruvot-Fol, 1956, género recuperado por RUDMAN (1982) y que le conviene mejor a pesar de haber sido establecido originalmente sobre algunos caracteres erróneos (RUDMAN, 1982). *Aeolidiopsis palythoae* (Gosliner, 1985) **combinación nueva**, comparte varios caracteres singulares con *Aeolidiopsis harrietae* Rudman, 1982, considerada también por GOSLINER (1985) una especie de *Baeolidia*: entre ellos, el modo de inserción de los ceratas, el borde anterior del pie con angulos romos y el borde masticador de la mandíbula denticulado. El género *Limenandra* Haefelfinger y Stamm, 1958, creado para la especie circuntropical *L. nodosa* cuyos ceratas se insertan formando hileras ha sido considerado también por GOSLINER (1979) como sinónimo de *Baeolidia* y mantenido como válido por SCHMEKEL Y PORTMANN (1982) y más recientemente por MILLER (2001) cuya opinión compartimos.

Un borde masticador de la mandíbula con denticulación compleja está presente en *Burnaia* Miller, 2001, género nuevo para *Aeolidia helicochorda* Miller, 1987, animal que presenta también otros dos caracteres singulares en la familia como son los ceratas contráctiles y los rinóforos con laminillas. Adicionalmente *B. helicochorda* carece de angulos tentaculiformes en el borde anterior del pie y los ceratas en el cuerpo se insertan formando herraduras verticales.

Baeolidia quoyi Pruvot-Fol, 1934, descrita originalmente sin localidad tipo, es considerada luego (PRUVOT-FOL, 1953, p. 53, fig. XVII) como una posible sinonimia de *Baeolidia moebi* Bergh, 1888 (escrito *möbii*) al atribuir a esta especie dos ejemplares de gran tamaño, recolectados en Dakar en 1949 por R. Sourier y cuya anatomía representa en la fig. XVII. El *status* actual de esta/s especie/s en el Atlántico Este es incierto, los animales de Dakar tienen en los rinóforos laminillas laterales y papilas posteriores, el borde cortante de las mandíbulas es liso y los dientes radulares tienen una escisión media con un denticulo; caracteres ausentes en *M. ritmica*, especie nueva.

Por otra parte, la descripción original de *B. quoyi*, PRUVOT FOL (1934 p. 36, fig. 19) dice que esta especie comparte caracteres de *Baeolidia* Bergh, 1888: forma de los dientes y de *Spurilla* Bergh, 1864: pie redondeado por delante (sin ángulos), rinóforos perfoliados (con laminillas)



y disposición de los ceratas (arcos abiertos). PRUVOT-FOL (1934) destaca, además, que las laminillas de los rinóforos llegan hasta su base, hecho puesto de relieve por MILLER (2001) en la propuesta del género *Burnaia* Miller, 2001, cuyos principales caracteres distintivos, incluidos los dientes radulares (con 180-200 dentículos), están presentes en *Baeolidia quoyi* Pruvot-Fol, 1953, salvo la estructura del borde masticador de la mandíbula que no se describe. En nuestra opinión, es posible que *Aeolidia helicochorda* Miller, 1987, especie tipo de *Burnaia* Miller, 2001, sea sinónima de *Baeolidia quoyi* Pruvot-Fol, 1934 y es por ello por lo que en la página anterior reproducimos las ilustraciones originales de PRUVOT FOL (1934, fig 19) y MILLER (1987) para facilitar la opinión de otros taxonomos al respecto.

Otras dos especies atlánticas: *Baeolidia benteva* Marcus, 1958, distribuida desde Carolina del Norte hasta el Brasil (GOSLINER, 1985) y *Baeolidia cryoporos* Bouchet, 1977, del Atlántico Central, son muy diferentes, ambas tienen los bordes cortantes de la mandíbula lisos y 7-8 hileras de ceratas precardiaco. Los ejemplares de *B. benteva* de nuestra colección de estudio recolectados en Cuba presentan un pequeño péduclo basal común en la base de los rinóforos

El modo de inserción de los ceratas en el cuerpo, el adelgazamiento caudal, la rádula y la mandíbula con el borde cortante pectinado, así como el peculiar movimiento oscilatorio y rítmico del animal, son caracteres que diferencian a *Milleria ritmica*, especie nueva, de todas las especies conocidas de la familia.

Familia TERGIPEDIDAE Bergh, 1989
Género *Phestilla* Bergh, 1874

Phestilla hakunamatata especie nueva
(Figura 3 y 4C, Lámina 1C)

Material examinado: Parque Marino Ballena (localidad tipo), Costa Rica, 3. 10. 2003; un ejemplar de 12 mm, recolectado sobre un gorgonáceo a unos 12 m de profundidad, designado como Holotipo y depositado en el Museo de Ciencias Naturales de Tenerife junto con su rádula y mandíbulas, extraídas por una incisión lateral en la cabeza.

Etimología: *hakunamatata* del estribillo de la película El rey leon: “ningun problema, puede hacerte sufrir, *hakunamatata*, vive y deja vivir” que acompañó la gira de colecta de Manuel Caballer y Julio Magaña en la localidad tipo de la especie.

Descripción: Cuerpo de color granate a morado muy oscuro, con el pie granate claro más o menos translúcido y con puntos morados. En el dorso hay dos líneas formadas por puntos blancos refringentes, cuya densidad varía a lo largo de ellas, que nacen a la altura de los tentáculos orales, pasan entre los rinóforos y recorren el dorso uniendo las bases de los ceratas, para fundirse en una sola sobre la cola, la cual es muy corta y apenas sobresale por detrás de los últimos ceratas abatidos.

Los rinóforos son muy contráctiles y tienen 12 laminillas oblicuas que se unen por detrás en un surco. El mucrón apical es blanco y el resto de un color granate que se degrada

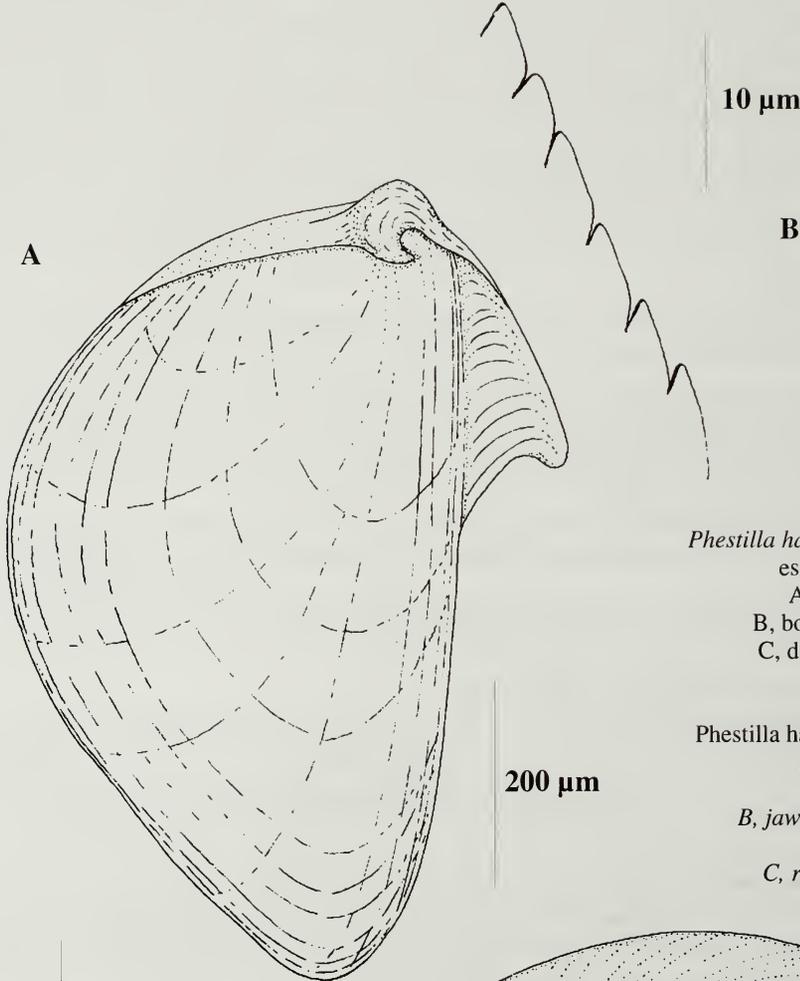
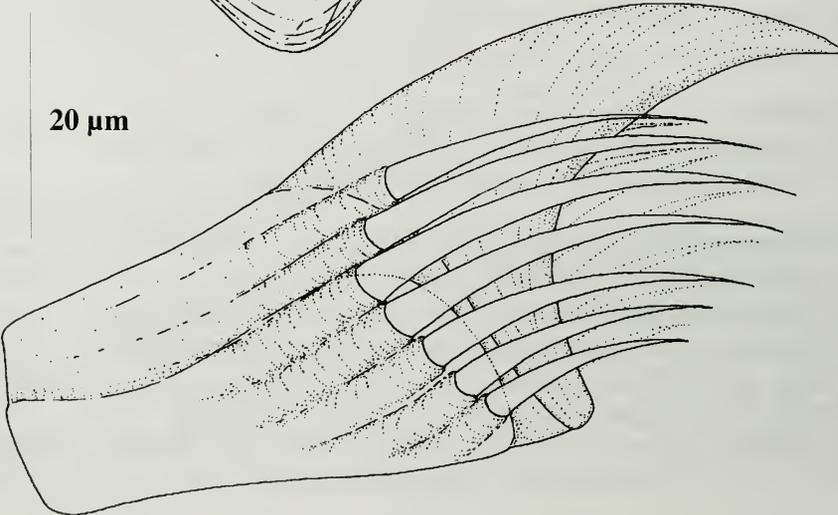


Figura 3.
Phestilla hakunamatata
especie nueva,
A, mandíbula
B, borde cortante
C, diente radular

Figure 3.
Phestilla hakunamatata
new species,
A, jaw
B, jaw masticatory
process
C, radular tooth



a lo largo del rinóforo hasta alcanzar una tonalidad rosada en la base. Tentáculos orales granate con el ápice blanco, largos, de sección muy regular a lo largo de su longitud y agudizados en su extremo. El animal los dispone de forma muy singular, enfrentados el uno contra el otro, como si fueran los cuernos de un ciervo volante.

El borde anterior del pie es anguloso, con el extremo de los ángulos laterales blanco y el resto granate.

Los ceratas tienen la mitad inferior hialina, con gránulos refringentes y dejan ver la glándula digestiva interior de color negruzco que parece estar plegada sobre sí misma; en la mitad superior presentan dos bandas granate y una rosada intermedia; el ápice es blanco. No hemos observado cnidosacos.

Hay seis grupos de ceratas, los tres primeros dispuestos en arcos muy abiertos. El número de ceratas por grupo fue 5(1°)-4(2°)-4(3°)-2(4°)-1(5°)-1(6°).

La papila genital es negra, con la abertura blanquecina y se dispone bajo el primer cerata del lado derecho. Animal acleioprocto, el ano y el poro renal se abren justo delante del segundo grupo de ceratas del lado derecho, al final del espacio interhepático.

La mandíbula está coloreada con una tonalidad fucsia-rosacea; cada hemimandíbula (Fig. 3A) mide 765 µm de largo por 530 µm de ancho, tiene forma triangular y una zona articular abultada con una especie de gancho. El borde cortante (Fig. 3B) es casi liso, apreciándose con gran aumento muescas espaciadas. Estas muescas se orientan hacia el lado interno de la mandíbula y cuatro de ellas abarcan 22 µm.

La fórmula radular es 13 x 0.R.0. Los dientes (Fig. 3C) miden 80 µm de largo por 60 µm de ancho y tienen forma de herradura con una fuerte cúspide central prominente, jalónada por 5 a 7 largos dentículos aciculares a cada lado de tendencia creciente cuanto más cerca del dentículo central se sitúan.

Discusión: La primera referencia a esta singular especie la encontramos en mayo de 2002 en el *Sea Slug Forum*, donde se muestra como *Flabellina sp.* 3 un ejemplar recolectado por Peter Ajtai en las Islas Murciélagos, Costa Rica.

Aunque tiene los rinóforos con laminillas, por su estructura radular con largos dentículos a los lados de la cúspide central, por el borde masticador de la mandíbula casi liso y por la ausencia de cnidosacos en los ceratas, este animal se puede encuadrar tentativamente en el género *Phestilla* Bergh, 1874, cuyas especies forman un grupo natural que se alimenta de corales duros (*Porites*, *Dendrophyllia* y *Tubastrea*) y no utilizan sus nematocistos como sistema de defensa, los cuales están sustituidos en los ceratas por estructuras glandulares.

Phestilla, es un género muy próximo a *Cuthona* Alder y Hancock, 1855 hasta el punto que MILLER (1977) separa ambos géneros sólo por la ausencia de cnidosacos en el primero. Otro carácter común en las especies conocidas hasta ahora de *Phestilla* son los ápices bulbosos de los ceratas (RUDMAN, 1981). Sin embargo, a medida que nuevas especies de estos géneros se incorporan al inventario de Opisthobranchios, algunos caracteres considerados exclusivos pierden su validez inicial: así, *Cuthona fidenciae* (Ortea, Moro y Espinosa, 1999) tiene ceratas con bulbos, aunque no en el ápice; *Cuthona poritophages* Rudman, 1979, que se alimenta de corales (*Porites somaliensis*), carece de cnidosacos funcionales y sus dientes radulares tienen dentículos laterales largos y cortos; *Phestilla minor*

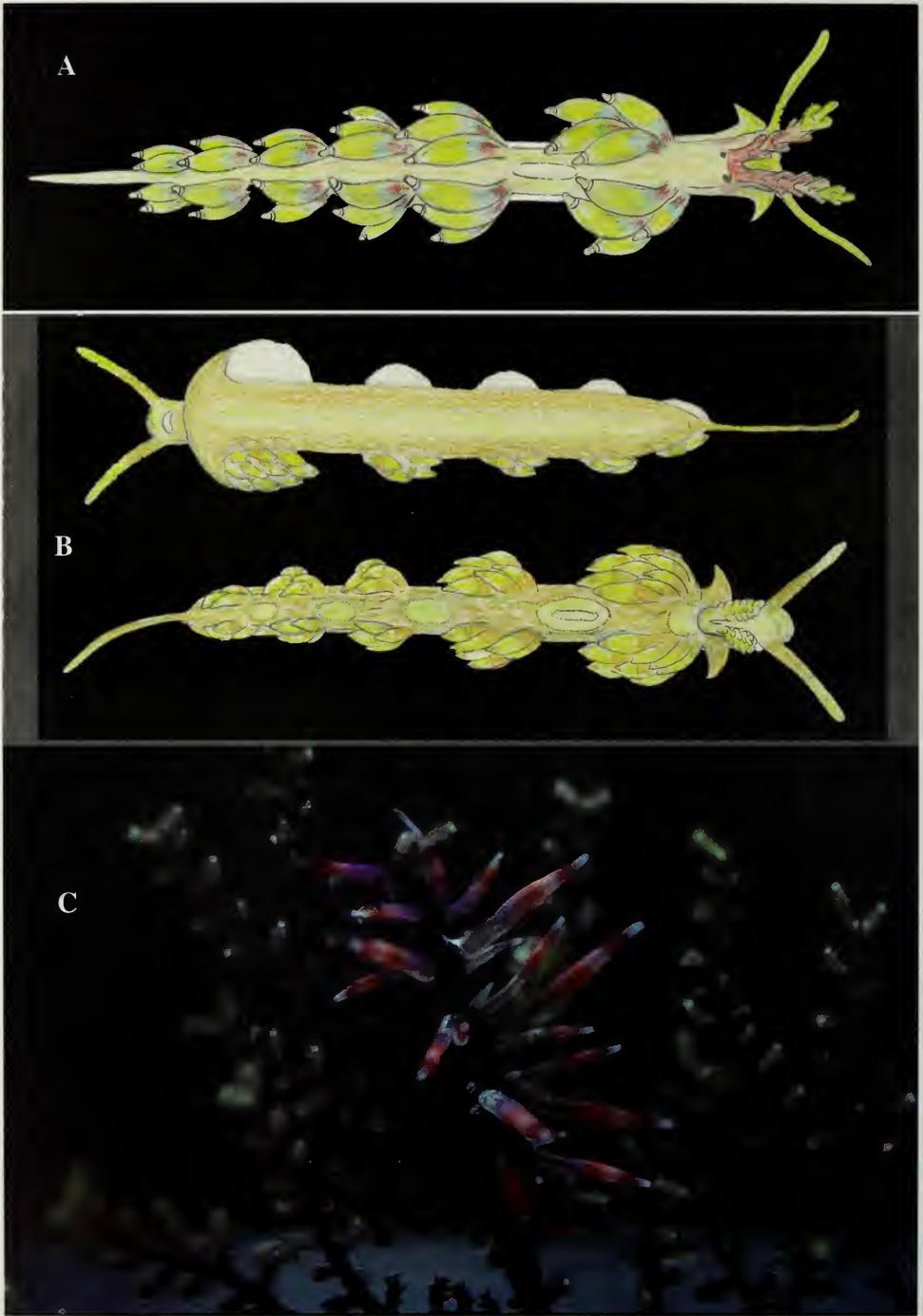


Lámina 1. A, *Cratena pugetensis*, B, *Milleria ritmica*, C, *Phestilla hakunamatata*

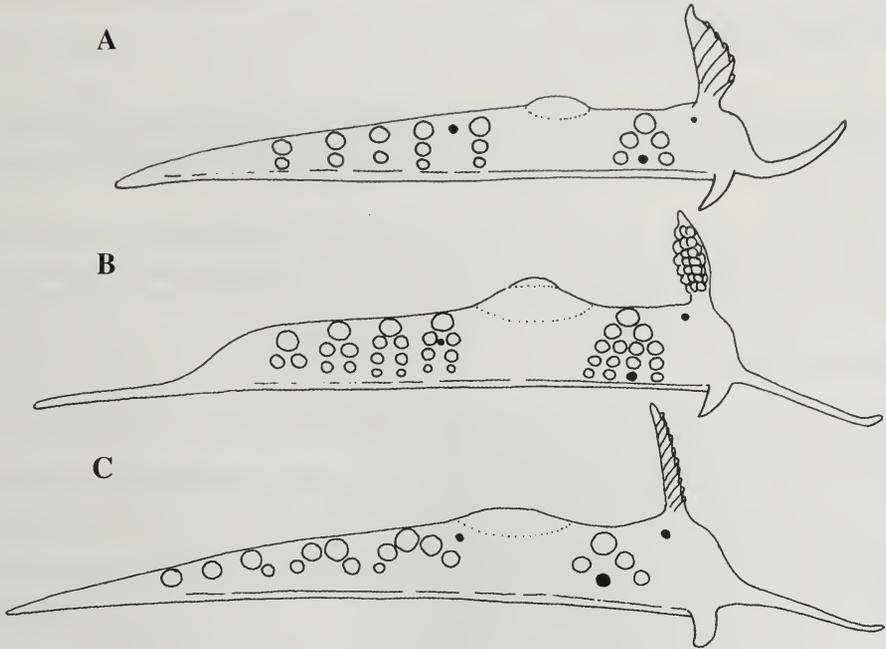


Figura 4. Esquema de la inserción de los certas en A, *Cratena piutaensis* B, *Milleria ritmica*, C, *Phestilla hakunamatata*,

Rudman, 1981, tiene dientes radulares de *Cuthona*, con las cúspides laterales menores que la gruesa cúspide central y de tamaño similar entre ellas. En cualquier caso, las mandíbulas de este animal con el borde masticador casi liso y con un espesamiento o gancho en la zona de articulación, son caracteres del género *Phestilla*, ya que, y según nuestra experiencia, siempre hemos encontrado bordes masticadores dentados en todas las especies de *Cuthona* que hemos estudiado. (Ortea, Moro y Espinosa, 1999; Ortea, Caballer y Moro, 2001a y b; Ortea, Moro y Caballer, 2001a y b)

Los rinóforos con laminillas hacen de *P. hakunamatata*, especie nueva, un animal claramente diferente de todas las especies sin cnidosacos en los ceratas descritas en los géneros *Phestilla* y *Cuthona*. Su coloración y la perfecta cripsis sobre el gorgonáceo que constituye su alimento, convierten a este animal en uno de los más singulares aeolidaceos del Pacífico Centroamericano.

Protoaeolidiella atra Baba, 1955, aeolidaceo que se alimenta de hidrozooos atecados, tiene un aspecto externo que recuerda a *P. hakunamatata* con los paquetes de ceratas dispuestos casi horizontalmente en el cuerpo; sin embargo los dientes radulares de ambas especies son muy diferentes.

AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento a Julio Magaña ex-curador de Moluscos de INBio, por su participación en las giras de colecta y la donación del ejemplar de *Phestilla*, y a los parataxónomos Soco y Alcides, así como a Frank González, por su colaboración en las giras de colecta.

Este trabajo ha sido realizado dentro del proyecto *Development of Biodiversity Knowledge and Sustainable Uses in Costa Rica* financiado por el Gobierno de Holanda y con el apoyo del MINAE de Costa Rica.

BIBLIOGRAFIA

- BABA, K. 1949. *Opisthobranchia of Sagami Bay collected by His Majesty The Emperor of Japan*. Tokyo, 194 pp.
- GOSLINER, T. 1979. The systematic of the Aeolidacea (Nudibranchia: Mollusca) of the Hawaiian Island, with descriptions of two new species. *Pacific Science* 33: 37-77.
- GOSLINER, T. 1985. The Aeolid nudibranch family Aeolidiidae (Gastropoda, Opisthobranchia) from tropical Southern Africa. *Annals of the South African Museum* 95 (6): 233-267.
- HAEFELFINGER, H. R. & STAMM, R. A. 1958. *Limenandra nodosa* gen. et spec. nov. (nudibranch, Aeolidiidae proprie) un opisthobranche nouveau de la Méditerranée *Vie et Milieu* 9(4): 418-423.
- MILLER, M. C. 1977. Aeolid nudibranchs (Gastropoda: Opisthobranchia) of the family Tergipedidae from New Zealand waters *Zool. Jour. of the Linn. Soc.* 60: 197-222.
- MILLER, M. C. 1987. *Aeolidia helicochorda*, a new aeolid nudibranch (Gastropoda: Opisthobranchia) from New Zealand. *New Zealand Journal of Zoology* 14: 391-397.
- MILLER, M. C. 2001. Aeolid nudibranchs (Gastropoda: Opisthobranchia) of the family Aeolidiidae from New Zealand waters *Journal of Natural History* 35: 629-662.
- ORTEA, J., CABALLER, M. Y MORO, L. 2001a. Nuevos datos acerca de *Cuthona iris* Edmunds y Just, 1983. *Avicennia*, Suplemento 4: 57 - 58.
- ORTEA, J., CABALLER, M. Y MORO, L. 2001b. Primeros datos sobre un complejo de especies alrededor de *Cuthona willani* Cervera, García y López (Mollusca: Nudibranchia) en la Macaronesia y Marruecos. *Revista de la Academia Canaria de Ciencias*, XIII (4): 101 - 111.
- ORTEA, J., MARTINEZ, E. Y VILLANI, 1994. Estudio comparado de animales de *Nanuca sebastiani* Marcus, 1957 (Mollusca: Nudibranchia: Aeolidacea) recolectados en aguas de Cuba y Brasil. *Avicennia* 1: 131-136.
- ORTEA, J. Y MORO, L. 1998. Descripción de tres Moluscos Opistobranquios nuevos de las islas de Cabo Verde. *Avicennia* 8-9: 155-157.
- ORTEA, J., MORO, L. Y CABALLER, M. 2001a. Redescipción de *Cuthona pallida* (Eliot, 1906) (Mollusca: Nudibranchia) un pequeño Aeolidaceo de las islas de Cabo Verde y Canarias. *Revista de la Academia Canaria de Ciencias*, XIII(4): 123 -132.
- ORTEA, J., MORO, L. Y CABALLER, M. 2001b. Descripción de una especie nueva del género *Cuthona* Alder y Hancock, 1855 (Mollusca: Nudibranchia) de las islas de Cabo Verde. *Revista de la Academia Canaria de Ciencias*, XIII (4): 117 - 121.
- PRUVOT-FOL, A. 1934. Les opisthobranches de Quoy et Gaimard. *Arch. Mus. Hist. Nat.* Paris 6 (11): 13-89.
- PRUVOT-FOL, A. 1953. Etude de quelques Opisthobranches de la côte Atlantique du Maroc et du Senegal. *Traavaux de l'Institut Scientifique Chérifien*. 5: 1-93, 3 Lam.
- RUDMAN, W. B. 1979. The ecology and anatomy of a new species of aeolid opisthobranch molluscs; a predator of scleractinian coral *Porites*. *Zool. Jour. of the Linn. Soc.* 65: 339-350.
- RUDMAN, W. B. 1981. The anatomy and biology of alcyonarian-feeding aeolid opisthobranch molluscs and their development of symbiosis with zooxanthellae. *Zool. Jour. of the Linn. Soc.* 72: 219-262.
- RUDMAN, W. B. 1982. The taxonomy and biology of further aeolidacean and arminacean nudibranch molluscs with symbiotic zooxanthellae *Zool. Jour. of the Linn. Soc.* 74 (2) . 147-196.
- SCHMEKEL, L. Y PORTMANN, A. 1982. *Opisthobranchia des Mittelmeeres*. Springer Verlag, Berlin, 410 pp.

Nuevas especies de moluscos marinos (Mollusca: Gastropoda) del Parque Nacional Guanahacabibes, Pinar del Rio, Cuba

New species of Marine Molluscs (Mollusca: Gastropoda) from the National Park Guanahacabibes, Pinar del Rio, Cuba

José Espinosa¹ y Jesús Ortea²

¹Instituto de Oceanología, Avda. 1ra n^o. 18406, E. 184 y 186, Playa, La Habana, Cuba.

²Departamento BOS, Laboratorio de Zoología, Universidad de Oviedo, España.

Resumen

Se describen nueve especies de gasterópodos marinos de la Península de Guanahacabibes, Cuba, dos de la familia Cystiscidae y siete de Marginellidae.

Abstract

Nine new species of marine gastropods from Guanahacabibes Peninsula, Cuba, are described, two of the family Cystiscidae and seven of Marginellidae.

Palabras clave: Nuevas especies, moluscos marinos, Guanahacabibes, Cuba.

Key words: New species, marine molluscs, Guanahacabibes, Cuba.

INTRODUCCIÓN

El Parque Nacional Guanahacabibes fue aprobado como Área Marina Protegida por el acuerdo 426/2001 del Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros de la República de Cuba. Su origen geomorfológico relativamente reciente (finales del Plioceno y comienzo del Pleistoceno), la situación geográfica y la complejidad biogeográfica (zona de intercambio entre el Mar Caribe insular y el Golfo de México) unido al alto grado de conservación de sus hábitats marinos y costeros, señalan a la Península de Guanahacabibes como una de las reservas marinas más singulares de Las Antillas, aunque su biodiversidad marina no ha sido aún lo suficientemente estudiada e inventariada.

En el presente trabajo damos a conocer las primeras especies nuevas de las familias Cystiscidae y Marginellidae recolectadas en el Parque Nacional Guanahacabibes. Estos resultados se enmarcan en el proyecto *Evaluación de la diversidad de moluscos de la Reserva de la Biosfera Península de Guanahacabibes*, que dentro del Programa Ramal Científico-Técnico: "Protección del Medio Ambiente y el Desarrollo Sostenible Cubano", ejecuta el Instituto de Oceanología.

Los tipos de las nuevas especies se encuentran depositados en el Instituto de Oceanología de Cuba (IDO) y en el Museo de Ciencias Naturales de Tenerife (MCNT) con cuyas abreviaturas se citan en el texto.

SISTEMATICA

Familia CYSTISCIDAE Stimpson, 1865

Subfamilia PLESIOCYSTISCINAE Covert y Covert, 1995

Género *Intelcystiscus* Ortea y Espinosa, 2001

Intelcystiscus yemayae especie nueva

(Figura 1 y Lámina 1A)

Material examinado: Dos ejemplares vivos y tres conchas recolectadas en el canto del veril de los arrecifes coralinos del punto de buceo Yemayá (localidad tipo; 21° 50.059' N y 84° 29.390' W), María la Gorda, Península Guanahacabibes, provincia Pinar del Río, Cuba, entre 25 y 30 metros de profundidad. Holotipo (2,5 mm de largo y 1,45 mm de ancho) y paratipo (2,3 mm de largo y 1,3 mm de ancho), ambos depositados en el IDO

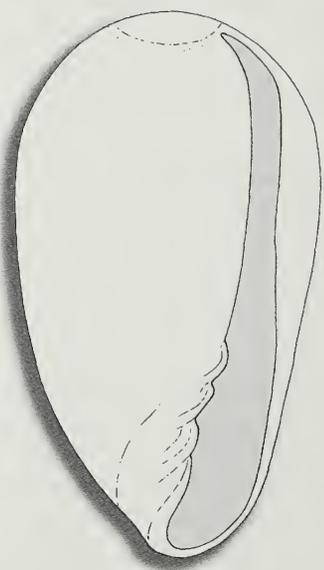


Figura 1. *Intelcystiscus yemayae*
(escala=1 mm)

Descripción: Concha lisa y pulida, de tamaño pequeño y forma subcilíndrica, con el extremo anterior aguzado y el posterior ancho y suavemente redondeado, casi aplanado. La sutura de la última vuelta es profunda y acanalada. Columela con cuatro pliegues, los dos anteriores más desarrollados, principalmente el primero que es alargado y se prolonga hacia el *labrum* reforzando el extremo anterior de la concha; los dos pliegues posteriores son menos señalados, pero visibles y están más unidos entre sí. El *labrum* es simple, ligeramente sinuoso, poco engrosado pero no cortante, sin dentículos ni liras internas, insertado en la espira por encima del hombro de la última vuelta; la abertura es casi tan larga como la concha, estrecha en su porción posterior y más ensanchada en la anterior. Carece de los callos post labral y parietal. Color blanco hialino.

La coloración del animal dentro de la concha es amarillo pálido con una gran mancha blanco nieve longitudinal en el centro del dorso y grandes manchas rojo oscuro; cuatro de éstas últimas, casi triangulares, se disponen en la mitad anterior del animal, llegando a cubrir al osfradió junto con otras manchas menores blanco nieve; al inicio de la mitad posterior hay 4-5 manchitas rojas dispersas y cerca de la sutura una banda de grandes manchas rojas, redondeadas y más o menos agrupadas que destacan mucho sobre un fondo blanco grueso. Bajo la vuelta nuclear la coloración es rojiza con manchitas negras

El pie es hialino por completo, sin ningún tipo de mancha, al igual que los tentáculos. El sifón es hialino por debajo y dorsalmente presenta una mancha blanco nieve triangular sobre fondo hialino.

Etimología: Dedicada a Yemayá, deidad de la religión Yoruba, reina de las aguas del mar que da nombre al punto de buceo de María la Gorda, donde fue recolectada.

Discusión: Aunque la posición genérica de esta nueva especie pudiera ser provisional, hasta que se realicen los estudios radulares y anatómicos, por su forma general parece estar relacionada con el género *Intelcystiscus*, el cual contenía hasta el presente sólo dos especies: *Intelcystiscus gordonmoorei* Ortea y Espinosa, 2001, de la costa norte de la Habana, Cuba, e *Intelcystiscus coyi* Espinosa y Ortea, 2002, de la Bahía de Cochinos, costa sur de Cuba. De ambas especies *Intelcystiscus yemayae*, especie nueva, difiere notoriamente por la disposición y el desarrollo de sus cuatro pliegues columelares, característica que la separan también de otras especies antillanas afines como *Inbiocystiscus gamezi* Ortea y Espinosa, 2001. La coloración es parecida a la de *I. coyi*, diferenciándose por la falta de manchas en el pie y por tener *I. coyi* la banda próxima a la sutura formada por manchas rojas con el centro amarillo. Los géneros *Plesiocystiscus* Coovert y Coovert, 1995 y *Ticocystiscus* Espinosa y Ortea, 2002 poseen más de 4 pliegues en su columela.

Subfamilia GRANULININAE Coovert y Coovert, 1995

Género *Granulina* Jousseaume, 1888

***Granulina guanajatabey* especie nueva**

(Figura 2)

Material examinado: Dos ejemplares vivos y varias conchas recolectadas en la Ensenada de Bolondrón (localidad tipo; 21° 53' 34'' N y 84° 50' 39'' W), costa norte de la Península de Guanacahabibes, entre 1 y 2 m de profundidad. Holotipo (1,8 mm de largo y 1,2 mm de ancho) depositado en el IDO. Paratipos (1,73 mm de largo y 1,2 mm de ancho y 1,65 mm de largo y 1,11 mm de ancho) depositados ambos en el IDO y (1,78 mm de largo y 1,2 mm de ancho) depositado en el MCNT.

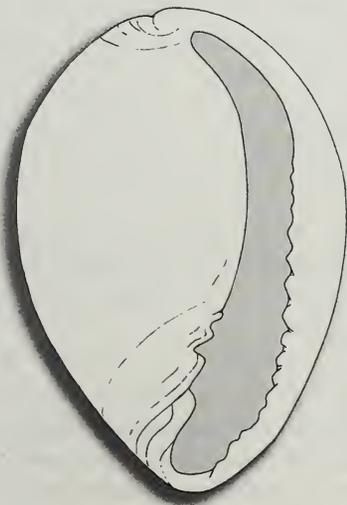


Figura 2. *Granulina guanajatabey* (escala 1 mm)

Descripción: Concha de tamaño muy pequeño, ovuliforme, con la espira completamente inmersa por la última vuelta. Columela con cuatro pliegues, el primero anterior que es el más desarrollado y algo oblicuo con relación a los otros tres, refuerza el extremo anterior de la concha; el segundo pliegue anterior es más marcado que los dos pliegues posteriores que son muy débiles, sobre todo el cuarto que es prácticamente visible sólo en el interior de la columela. El labrum es moderadamente ancho y algo engrosado, con dentículos alargados en su borde interno libre, y se inserta sobre el extremo apical de la oculta espira, región que es reforzada por el callo postlabral. Color blanco hialino.

El animal en el interior de la concha es de color rosa pálido a blanco hialino, con numerosas manchitas subcirculares amarillas a blanco nieve, destacando una pequeña mancha negra en la región apical. En el sifón, los tentáculos y en los laterales y parte dorsal posterior del pie, hay pequeñas manchitas blanco opaco, como granos de arena, que tienden a alinearse longitudinalmente formando dos líneas en el centro de la cola.

Etimología: Guanajatabey nombre históricamente adjudicado a la cultura de los aborígenes pre-agroalfareros que habitaron la Península de Guanahacabibes, y cuya supervivencia estuvo muy asociada al uso de los moluscos marinos de esta región.

Discusión: Según COOVERT Y COOVERT (1995) en el Atlántico Occidental Tropical pueden existir unas 12 especies válidas de este género. COOVERT (1988) ha señalado la tendencia errónea de asociar a estas especies con algunos de los nombres ya establecidos, fundamentalmente con *Granulina ovuliformis* (d'Orbigny, 1842) y *Granulina lachrimula* (Gould, 1862). De Cuba hasta el presente solamente han sido señaladas *G. ovuliformis* por ARANGO (1878-80) y *Granulina antillensis* (De Jong y Coomans, 1988) por ESPINOSA, FERNANDEZ GARCÉS Y ROLAN (1995). Consideramos que ambos registros necesitan ser confirmados, ya que la especie de d'Orbigny fue descrita de las Antillas Menores (Martinica, Santo Tomás y Guadalupe) y la otra procede de Curaçao, en las Antillas Holandesas.

Por su forma general *Granulina guanajatabey*, especie nueva, puede ser comparada con *G. antillensis* (1,7 x 1,1 mm, de largo y ancho respectivamente), de la cual difiere marcadamente por la disposición y desarrollo de sus pliegues columelares (véase DE JONG Y COOMANS, 1988, lámina 5, figura 526). *G. ovuliforme* es de forma más oval, con su extremo posterior más redondeado y posee también marcadas diferencias en la forma y distribución de sus pliegues columelares. *Granulina minae* Espinosa y Ortea, 2000 (1,6 x 1,15 mm, de largo y ancho respectivamente), del Caribe de Costa Rica, aunque es de tamaño semejante, la forma general de la concha es bien diferente.

Familia MARGINELLIDAE Fleming, 1828

Género *Hyalina* Schumacher, 1817

Hyalina dearmasi especie nueva

(Figura 3, Lámina 1B)

Material examinado: Dos ejemplares recolectados vivos frente al centro de acopio de langostas en Los Cayos de la Leña (localidad tipo), costa norte de la Península de Guanahacabibes. Holotipo (5,5 mm de largo y 2,8 mm de ancho) y paratipo (3,7 mm de largo y 2,0 mm de ancho), ambos depositados en el Instituto de Oceanología, La Habana, Cuba.

Descripción: Concha lisa y brillante, de tamaño mediano comparada con otras especies antillanas y caribeñas del género, con lado derecho convexo y el izquierdo casi recto (en vista dorsal). La espira es corta y saliente, formada por cuatro vueltas, la primera de las cuales, grande y redondeada, es de protoconcha; la cuarta y última vuelta ocupa aproximadamente el 85,4 % del largo total de la concha. Abertura casi tan larga como la última



Figura 3. *Hyalina dearmasi* (escala=1 mm)

vuelta, estrecha en su porción posterior y ancha en la anterior; el *labrum* es simple, muy estrecho y muy poco engrosado. Columela con cuatro pliegues casi paralelos entre sí, el segundo anterior, que es el más desarrollado, se funde con el primero, que es muy pequeño, para formar el pliegue que refuerza el inicio del canal anterior de la concha. Color ámbar claro translúcido.

El animal es hialino con grandes manchas negras sobre el sifón, los tentáculos, el borde del manto y en la región central posterior del pie. En el interior de la concha el color del manto es crema amarillento con un marmorado de manchas grisáceas.

Etimología: Nombrada en honor de nuestro amigo y colega el Dr. Luis Florencio de Armas Chaviano, del Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana, Cuba, destacado taxónomo en escorpiones antillanos y uno de los autores del libro "*Guanacahabibes donde se guarda el sol de Cuba*".

Discusión: Por la aparente similitud en las conchas y la ausencia de rádula en las especies del género *Hyalina* Schumacher, 1817, ESPINOSA Y ORTEA (1999) proponen para su diferenciación el uso combinado de los caracteres que ofrecen la anatomía externa e interna de los animales, así como los de la concha. De la Provincia Malacológica Caribeña (*sensu* WARMKE Y ABBOTT, 1961) hasta el presente se conocían cinco especies de este género: *Hyalina pallida* Linné, 1758 (véase COAN Y ROTH, 1976); *Hyalina chicoi* Espinosa y Ortea, 1999; *Hyalina cubensis* Espinosa y Ortea, 1999; *Hyalina vallei* Espinosa y Ortea, 2002 e *Hyalina redferni* Espinosa y Ortea, 2002. De todas estas especies *Hyalina dearmasi*, especie nueva, se diferencia fácilmente por la coloración externa del animal y por forma y disposición de sus pliegues columelares, entre otros caracteres.

Género *Prunum* Herrmannsen, 1852

Prunum camachoi especie nueva
(Lámina 2A)

Material examinado: Un ejemplar adulto y tres juveniles recolectados vivos en la Ensenada de Bolondrón (localidad tipo; 21° 53' 34" N y 84° 50' 39" W), costa norte de la Península de Guanacahabibes. Holotipo: (15,7 mm de largo y 8,85 mm de ancho) depositado en el IDO.

Descripción: Concha lisa y brillante, de tamaño mediano comparada con otras especies antillanas del género, subpiriforme, con el lado izquierdo convexo y el derecho casi recto. Espira corta pero saliente, con unas tres y media vueltas, la primera de las cuales grande y redondeada es de protoconcha; la última y cuarta vuelta ocupa aproximadamente el 92% del largo total de la concha. Abertura alargada, estrecha en su porción posterior y algo ensanchada en la anterior; el *labrum*, que se inserta en la espira justo sobre la sutura de la vuelta precedente, es relativamente ancho pero poco engrosado; el callo postlabral llega casi hasta el ápice. Columela con cuatro pliegues, con el primero anterior alargado pero menos marcado que los otros tres posteriores. Color casi uniforme, pardo naranja tostado, con la espira, el extremo anterior de la concha y toda la porción ventral más claro; el *labrum* y los pliegues columelares son blancos.

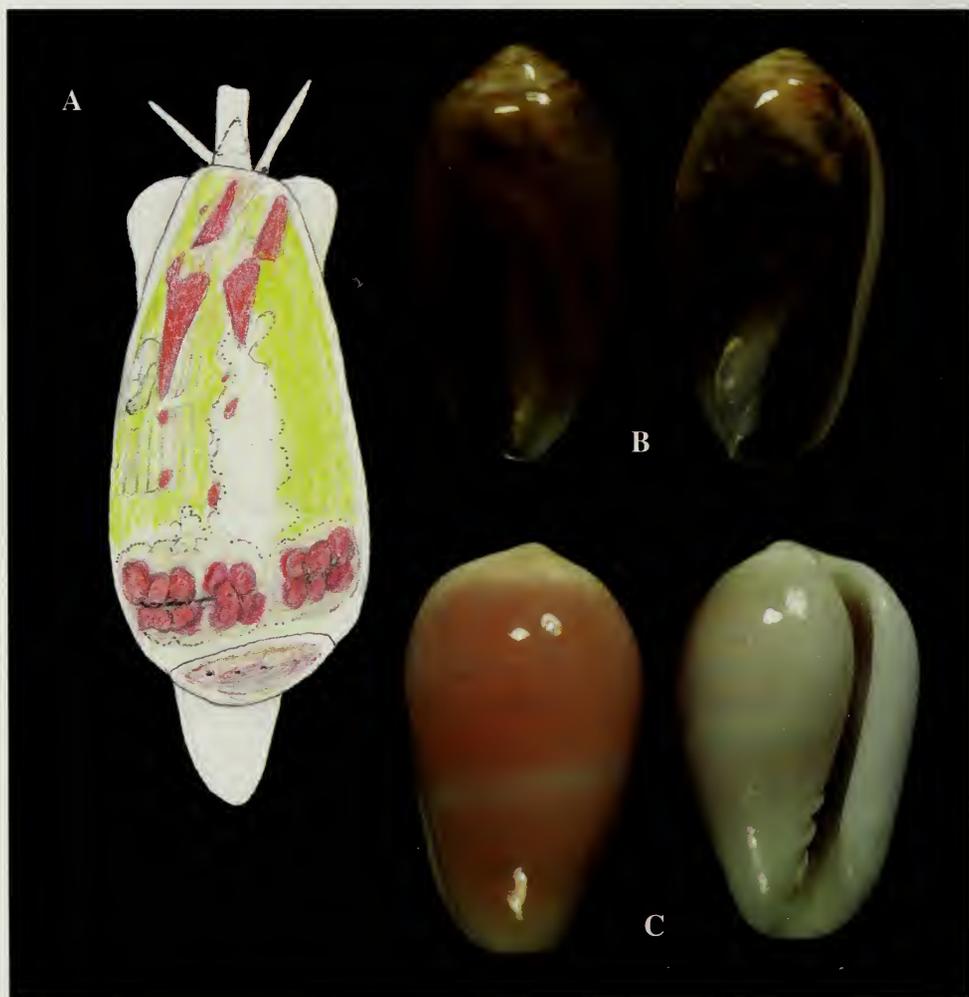


Lámina 1. A, *Intelcystiscus yemayae*, especie nueva, 2.5 mm, B, *Hyalina dearmasi*, especie nueva, 5.5 mm, C, *Prunum carneum* (Storer, 1837), 18 mm

El animal extiende mucho el pie cuando está activo; dorsalmente presenta algunas manchas blancas grandes en los bordes y el resto está completamente cubierto por pequeñas manchitas rojas de forma irregular, al igual que el sifón y los tentáculos.

Etimología: Nombrado en honor del Comandante Julio Camacho Aguilera, Director de la Oficina para el Desarrollo Integral de la Península de Guanacahabibes, como reconocimiento a su dedicación personal en favor del uso sostenible de esta área protegida.

Discusión: Por la forma general de la concha, *Prunum camachoi*, especie nueva, pudiera ser comparada con *Prunum carneum* (Storer, 1837), de tamaño mayor (Lám. 1C), comparativamente más ancha, con mayor desarrollo de los callos parietales y postlabrales y con una característica línea clara hacia la porción media de la última vuelta.

Género *Volvarina* Hinds, 1844

Volvarina ginae especie nueva

(Figura 4, Lámina 2B)

Material examinado: Dos ejemplares vivos y una concha recolectados en la Ensenada de Bolidrón (localidad tipo; 21° 53' 34" N y 84° 50' 39" W), costa norte de la Península de Guanacahabibes. Holotipo (16,15 mm de largo y 6,45 mm de ancho) depositado en el IDO. Paratipo (15,2 mm de largo y 6,35 mm de ancho) depositado en el IDO.



Figura 4. *Volvarina ginae* (escala=5 mm)

Descripción: Concha lisa y brillante, de tamaño grande comparada con otras especies antillanas del género, fusiforme alargada, con el lado derecho convexo y el izquierdo casi recto en vista dorsal. Vueltas en número de 4 a 4 1/4. La espira es extendida y saliente, formada por unas tres vueltas, la primera de las cuales, grande, redondeada y de núcleo señalado, es de protoconcha. La última vuelta ocupa aproximadamente el 77% del largo total de la concha. La abertura es estrecha en su porción posterior y ensanchada en la anterior, principalmente al nivel de los dos pliegues columelares más anteriores; el *labrum* es algo engrosado y ancho, sin dentículos internos; callo postlabral casi imperceptible. Columela con cuatro pliegues, los dos anteriores, paralelos entre sí, son los más desarrollados, principalmente el primero que es muy grueso y se prolonga hacia el *labrum* reforzando el extremo anterior de la concha; los otros dos pos-

teriores, también paralelos entre sí y dispuestos ligeramente oblíquos con relación a los anteriores, son menos desarrollados, sobre todo el cuarto. El color es rosa pardo uniforme en casi toda la concha, con la espira algo más clara; la protoconcha es rosa pardo oscuro y el *labrum* es ligeramente más claro, casi blanco en su borde libre, con el extremo anterior sombreado de pardo. Los pliegues columerares son blancos.

El patrón de color del animal es muy característico, destacando el color rojo sobre el sifón, los tentáculos y el borde anterior del pie. El manto, que cubre completamente la concha, presenta unas siete bandas espirales estrechas de manchas rojas discontinuas, de forma subcuadrangular. El pie es rosa hialino, con manchas rojas alternas por todo su borde dorsal, radialmente algo alargadas.

Etimología: Nombrada en honor de la Licenciada Georgina Leiva Pagán, Asesora de la Oficina para el Desarrollo Integral de Guanahacabibes, “Gina” para sus compañeros y amigos, como reconocimiento a su meritoria contribución por la conservación ambiental y el uso sostenible de la Península de Guanahacabibes.

Discusión: Por su tamaño, forma y color *Volvarina ginae*, especie nueva, puede ser comparada con *Volvarina guajira* Espinosa y Ortea, 1998 del Golfo de Batabanó, Cuba, la cual es comparativamente más ancha (15,5 x 6,5 mm), con la espira más corta y ancha y posee una característica depresión columelar, a nivel de los pliegues columelares, que está ausente en la nueva especie. Ambas especies parecen muy relacionadas por su concha y pudieran pertenecer a un género diferente de *Volvarina*, pero desafortunadamente hasta el presente se desconocen el patrón de color del animal y otros datos anatómicos de *V. guajira*, que pudieran ser utilizados en esta discusión.

Volvarina criolla especie nueva
(Figura 5, Lámina 2C)

Material examinado: Nueve ejemplares recolectados vivos en la Laguna de Bolondrón (localidad tipo; 21° 54' 07'' N y 84° 50' 33'' W) y tres en la Ensenada de Bolondrón (21° 53' 34'' N y 84° 50' 39'' W), costa norte de la Península de Guanahacabibes, Pinar del Río. Holotipo: (13,8 mm de largo y 5,75 mm de ancho) depositado en el IDO. Paratipos: (13,2 mm de largo y 5,7 mm de ancho) depositado en el IDO y (13,2 mm de largo y 5,5 mm de ancho) depositado en MCNT.

Descripción: Concha lisa y brillante, de tamaño mediano a grande comparada con otras especies antillanas del género, de forma subcilíndrica alargada, con el lado izquierdo convexo y el derecho casi recto (en vista oral). La espira es corta, ancha y saliente, formada por unas cuatro a cuatro y media vueltas, la primera de las cuales, grande, redondeada y algo saliente, es de protoconcha; la última vuelta ocupa aproximadamente el 81% del largo total de la concha. Abertura estrecha en su mitad posterior y ensanchada en la anterior; el *labrum* es de perfil casi recto, estrecho y relativamente poco engrosado. Columela con cuatro pliegues, casi paralelos entre sí y de desarrollo variable, disminuyendo progresivamente del primero anterior al cuarto. Color pardo rojizo oscuro, con esbozo de dos estrechas bandas espirales más claras y algunas líneas axiales blancas

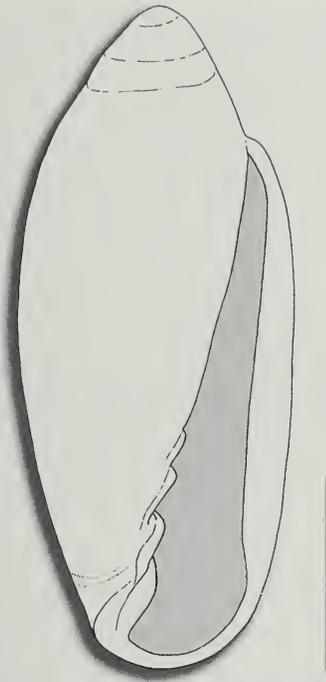


Figura 5. *Volvarina criolla* (escala=5 mm)

irregularmente distribuidas; el extremo anterior de la concha está sombreado de pardo oscuro, mientras que el borde libre del *labrum* es más claro que el color del dorso. La protoconcha es pardo rosa y los pliegues columelares blancos.

Animal con el pie de color blanco leche con llamativas manchas rojas dorsales en el borde anterior y en ambos lados del centro de su extremo posterior (cola); el sifón y los tentáculos son también blancos con manchas rojas.

Etimología: Nombrada *criolla* en honor de “El Criollo”, embarcación de la Oficina para el Desarrollo Integral de Guanacahabibes, utilizada en nuestros muestreos.

Discusión: Por su forma y tamaño *Volvarina criolla*, especie nueva, puede ser comparada con *Volvarina habanera* y *Volvarina guajira*, de las cuales difiere por ser de tamaño menor, tener la espira más corta y ancha y por la forma y disposición de sus pliegues columelares.

***Volvarina helenae* especie nueva**

(Figura 6, Lámina 2D)

Material examinado: Seis ejemplares recolectados vivos (marzo y mayo del 2003) en los arrecifes coralinos de María la Gorda (localidad tipo), Península de Guanahacabibes, Pinar del Río, Cuba, entre 8 y 12 metros de profundidad. Holotipo (19,45 mm de largo y 7,2 mm de ancho) y paratipo (17 mm de largo y 6,6 mm de ancho), ambos depositados en el IDO.

Descripción: Concha lisa y brillante, de tamaño grande comparada con otras especies antillanas del género, fusiforme alargada, con el lado derecho convexo y el izquierdo casi recto en vista dorsal. La espira es extendida y bien señalada, formada por unas cuatro vueltas, de las cuales la primera, grande y redondeada, es de protoconcha; la última vuelta ocupa aproximadamente el 77 % del largo total de la concha. La abertura es casi tan larga como la última vuelta, estrecha en su porción posterior y ensanchada en la anterior, principalmente al nivel de los pliegues columelares; el *labrum* es algo engrosado, relativamente estrecho y carece de dentículos internos; callo postlabral muy poco marcado, casi imperceptible. Columela con cuatro pliegues casi paralelos entre sí, el primero anterior es muy grueso y se prolonga hacia el *labrum* reforzando el extremo anterior de la concha; los otros tres, relativamente poco desarrollados, son casi subiguales entre sí. El color de la última vuelta es pardo oscuro casi uniforme, con dos estrechas bandas espirales claras, una por debajo del hombro de la vuelta y la otra hacia el final del primer tercio an-

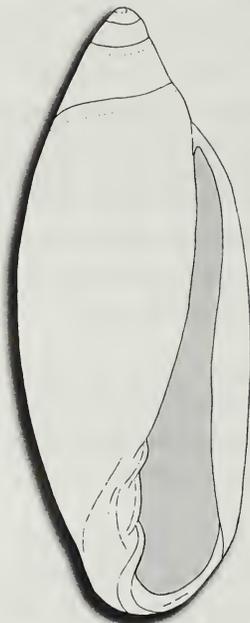


Figura 6. *Volvarina helenae*
(escala=5 mm)

Volvarina habanera Espinosa y Ortea, 1997 y *Volvarina guajira* Espinosa y Ortea, 1998, ambas descritas de las costas cubanas y que también presentan la protoconcha coloreada. Por su forma tiene cierta semejanza con *V. habanera*, especie de tamaño menor (15,9 x 5,9 mm, de largo y ancho respectivamente), con un mayor desarrollo de los pliegues columelares y caracterizada por su patrón de color, formado por franjas axiales pardo-rosa violáceas oscuras, alternando con claras. *V. guajira* es de forma más ancha (15,5 x 6,5 mm), con la espira más corta y ancha y de color más pálido, rosa salmón casi uniforme, y sus pliegues columelares son más desarrollados.

En el inicio ventral de la última vuelta del paratipo el color está formado por bandas axiales pardas que alternan con bandas claras, casi blancas, pero en casi toda su porción dorsal es semejante al descrito para el holotipo. Este patrón de color en bandas axiales claras y pardas alternas, que muestran ambos ejemplares en la espira y en el comienzo de la última vuelta del paratipo puede ser un reflejo de periodos anteriores de crecimiento.

Volvarina baenai especie nueva

(Figura 7, Lámina 2E)

Material examinado: Diez ejemplares recolectados vivos en la Ensenada de Bolondrón (localidad tipo; 21° 53' 34'' N y 84° 50' 39'' W) y en la Laguna de Bolondrón (21° 54' 07'' N y 84° 50' 33'' W), costa norte de la Península de Guanacahabibes. Holotipo (7,6 mm de largo y 3,7 mm de ancho) depositado en el IDO. Paratipos: (6,9 mm de largo y 3,9 mm de ancho) depositado en el IDO y (6,7 mm de largo y 3,1 mm de ancho) depositado en el MCNT.

terior de la concha. La espira es de color más claro, con pares de estrechas líneas axiales pardas alternando con bandas claras más anchas; la protoconcha es de color pardo oscuro, mientras que el extremo anterior columelar, desde el nivel de los tres primeros pliegues, es blanco; el *labrum* es de color claro, casi blanco en la mayor parte del interior de la abertura y sombreado de pardo en su porción dorsal y el extremo anterior interno.

Etimología: Nombrada en honor de la señora Helen Small, madre de D. Michael Small, ex-Embajador de Canadá en Cuba, descubridor de esta nueva especie durante sus colectas nocturnas de moluscos frente al centro de buceo de María la Gorda, y en cuya colección privada se encuentran los otros cuatro ejemplares examinados.

Discusión: Por su forma y tamaño *Volvarina helenae*, especie nueva, puede ser comparada con el complejo de especies relacionadas con *Volvarina avenacea* (Deshayes, 1844), principalmente con *Volvarina habanera*



Lámina 2. Nuevas especies de marginélidos, holotipos, A, *Prunum camachoi*, 15'7 mm, B, *Volvarina ginae*, 16'15 mm, C, *Volvarina criolla*, 13'8 mm, D, *Volvarina helenae*, 19'45 mm, E, *Volvarina baenai*, 7'6 mm, F, *Volvarina ficoi*, 6'7 mm



Figura 7. *Volvarina baenai* (escala=5 mm)

Descripción: Concha lisa y brillante, de tamaño pequeño comparada con otras especies antillanas del género. Forma subcilíndrica, alargada, con el lado derecho convexo y el izquierdo casi recto en vista dorsal. Vueltas en número de 4. La espira es extendida y saliente, formada por unas tres vueltas, la primera de las cuales, grande y redondeada, es de protoconcha. La última y cuarta vuelta ocupa aproximadamente el 82,3 % del largo total de la concha. La abertura es estrecha en su porción posterior y ensanchada en la anterior, principalmente al nivel de los dos pliegues columelares más anteriores; el *labrum* es relativamente ancho en casi toda su extensión y poco engrosado, sin dentículos internos, y se inserta en la espira justamente por debajo de la sutura de la vuelta precedente, hasta donde se hace notable el callo postlabral. Columela con cuatro pliegues, el segundo anterior es alargado y estrecho y parece estar envuelto por el primero anterior, que es grueso

y muy señalado; los otros dos pliegues son casi paralelos entre sí y menos desarrollados, principalmente el cuarto que es pequeño y algo interno. Color pardo naranja casi uniforme, con el extremo anterior, el área subsutural y casi todo el *labrum* más oscuro; la espira es casi del mismo color, incluida la protoconcha, con una fina línea pardo naranja más oscura sobre la sutura de las vueltas; los pliegues columelares son blancos.

El pie del animal es de color blanco nieve, con puntos de color rojo en el dorso de su borde anterior. El sifón es más corto que los tentáculos orales y está también manchado de rojo. En el interior de la concha el animal es de color crema con manchas negras más o menos intensas formando un dibujo irregular.

Etimología: Nombrada en honor del arqueólogo Guillermo Baena González. Asesor de la Oficina para el Desarrollo Integral de Guanahacabibes, amigo y colega de expediciones científicas al Cabo de San Antonio y como reconocimiento a su interés por el uso de las conchas de los moluscos por las culturas precolombinas cubanas.

Discusión: Aparentemente *Volvarina baenai*, especie nueva, parece relacionada con *Volvarina banesensis* Espinosa y Ortea, 1999, de la costa norte de la provincia La Habana, Cuba, especie que es de tamaño (6,7 x 3,1 mm de largo y ancho respectivamente), color y forma en general semejante, la cual se diferencia marcadamente por sus pliegues columelares y el color del animal que es completamente blanco. *Volvarina dulcemariae* Espinosa y Ortea, 1998, recolectada frente al Instituto de Oceanología, La Habana, Cuba, aunque es de tamaño también semejante (6,7 x 3,0 mm de largo y ancho respectivamente), posee una concha de forma y patrón de color diferentes, además el animal es de color blanco con puntos rojos pequeños sobre el sifón.

Volvarina ficoi especie nueva

(Figura 8, Lámina 2F)

Material examinado: Cinco ejemplares (tres adultos y dos inmaduros) recolectados vivos, más dos conchas, en la Ensenada de Bolondrón (localidad tipo; 21° 53' 34'' N y 84° 50' 39'' W), costa norte de la Península de Guanacahabibes. Holotipo (6,7 mm de largo y 3,2 mm de ancho) depositado en el IDO. Paratipos: (6,5 mm de largo y 3,2 mm de ancho) depositado en el IDO y (6,3 mm de largo y 3,1 mm de ancho) depositado en el MCNT.

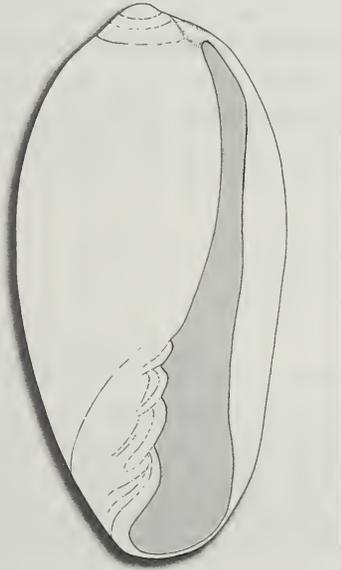


Figura 8. *Volvarina ficoi* (escala=5 mm)

Descripción: Concha lisa y brillante, de tamaño pequeño comparada con otras especies antillanas del género, de forma subfusiforme, con el lado izquierdo convexo y el derecho ligeramente sinuoso en vista ventral. Vueltas en número de 4 a 4 y 1/4. La espira es moderadamente extendida y un poco saliente, formada por unas tres vueltas, la primera de las cuales, relativamente pequeña y redondeada, es de protoconcha. La última y cuarta vuelta ocupa aproximadamente el 79,7 % del largo total de la concha. La abertura es estrecha en su porción posterior y ensanchada en la anterior, principalmente a partir de los dos pliegues columelares más posteriores; el *labrum* es relativamente ancho en casi toda su extensión y algo engrosado, sin denticulos internos, y se inserta en la espira bien por encima de la sutura de la vuelta precedente y el callo postlabral llega casi hasta la protoconcha. Columela con cua-

tro pliegues casi paralelos entre sí y de desarrollo variable, de los cuales el primero anterior es el más señalado y el cuarto posterior el menos marcado. Color de fondo amarillo claro, con esbozos de tres finas líneas espirales, una subsutural, otra media y la tercera hacia el extremo anterior de la concha; la espira es de color claro, incluyendo la protoconcha, con una fina línea espiral subsutural pardo amarillenta. El *labrum*, los pliegues y el área columelar adyacente a éstos son blancos.

El dorso del pie del animal es de color blanco, algo hialino, con pequeños puntos blanco nieve, como granos de arena, y otros negros; los primeros tienden a formar líneas discontinuas en los bordes y una zona oscura ancha en la parte posterior. El sifón es más largo que los tentáculos siendo ambas estructuras muy finas y alargadas y también presentan puntitos negros. El manto cubre totalmente la concha y está provisto de pequeños tubérculos blancos. La tonalidad del animal en el interior de la concha es grisacea, más o menos marmorada.

Etimología: Nombrada en honor del ilustre cabero Francisco Varela, “Fico” para los que tuvimos el privilegio de conocerlo en vida, y como reconocimiento a sus esfuerzos como iniciador de la conservación de las poblaciones de quelonios que desovan en las vírgenes playas aledañas al Cabo de San Antonio.

Discusión: Por su color y la forma general de la concha, así como por las características del animal con el manto con tubérculos blancos cubriendo la concha, *Volvarina ficoi*, especie nueva, parece relacionada con *Volvarina floresensis* Espinosa y Ortea, 1998, descrita del Reparto Flores, Playa, La Habana, especie de tamaño mayor (8,4 mm x 4,2 mm, de largo y ancho respectivamente) para un número semejante de vueltas (unas 4 a 4 y 1/4 vueltas y no tres como señalan ESPINOSA Y ORTEA, 1998), de espira más extendida y ancha, con la protoconcha más saliente y de mayor tamaño, tiene el *labrum* insertado más bajo, a nivel de la sutura de la penúltima vuelta, y posee pliegues columelares diferentes, más anchos y gruesos los tres anteriores, mientras que el cuarto posterior está muy poco desarrollado. El sifón de *V. ficoi*, especie nueva, muy delgado y más largo que los tentáculos es otra diferencia entre ambas especies.

AGRADECIMIENTOS

Vaya en primer lugar nuestro nuestro agradecimiento a D. Michael Small, Ex-Embajador de Canadá en Cuba, por la donación de los tipos de *Volvarina helenae*.

A Manuel Caballer por el apoyo prestado para la realización de todas las ilustraciones y en este mismo sentido a Jose Molina del Servicio de Microscopia del BOS.

A los buzos Mandy y Beny por su colaboración en los muestreos de campo, así como a las tripulaciones de los barcos “El Criollo” y “Proyecto” por el apoyo brindado.

BIBLIOGRAFÍA

- ARANGO Y MOLINA, R. 1978–80. *Contribución a la fauna malacológica cubana*. Montiel y Cia., La Habana, 280 págs., 35 pl.
- COAN, E. V. Y ROTH, B. 1976. Status of the genus *Hyalina* Schumacher, 1817 (Mollusca: Gastropoda). *Journal of Molluscan Studies*, 42(2): 217–222.
- COOVERT, A. G. 1988. Marginellidae of Florida. Part I: *Granulina hadria*. *Marginella Marginalia*, 4(1): 1–8.
- COOVERT, A. G. Y COOVERT, H. K. 1995. Revision of the Supraspecific Classification of Marginelliform Gastropods. *The Nautilus*, 109 (2 – 3): 43–110.
- DE JONG, K. M. Y COOMANS, H. E. 1988. *Marine Gastropods from Curaçao, Aruba and Bonaire*. E. J. Brill: Leiden, 261 págs.
- ESPINOSA, J., FERNANDEZ-GARCÉS, R. Y ROLAN, E. 1995. Catálogo actualizado de, los moluscos marinos actuales de Cuba. *Reseñas Malacológicas*, 9: 1-90.
- ESPINOSA, J., Y ORTEA, J. 1998. Nuevas especies de la Familia Marginellidae (Mollusca: Neogastropoda) de Cuba y los Cayos de la Florida. *Avicennia*, 8/9: 117-134.
- ESPINOSA, J., Y ORTEA, J. 1999. Dos nuevas especies del género *Hyalina* Schumacher, 1817 (Mollusca: Neogastropoda) del Caribe de Costa Rica y de Cuba. *Avicennia*, 10/11: 177-183.
- WARME, G. L. Y ABBOTT, R. T. 1961. *Caribbean Seashells*. Livingston Publishing Company: Wynnewood, PA. 348 págs.

NOTAS BREVES

Cuatro nuevos registros de homópteros (Homoptera: Auchenorrhyncha) para Cuba

Four new reports of homopterous (Homoptera: Auchenorrhyncha) for Cuba

Marta M. Hidalgo-Gato y R. Rodríguez-León

Instituto de Ecología y Sistemática, CITMA, Carretera de Varona, km 3 '5, Capdevila, Ciudad de La Habana, Cuba.

Palabras claves: Auchenorrhyncha, nuevos registros, Cuba.

Key words: Auchenorrhyncha, new records, Cuba.

INTRODUCCIÓN

El estudio de los homópteros auquenorrincos en Cuba en la actualidad, no sólo está dirigido a especies que afectan a los cultivos, sino también a aquellos grupos de especies que habitan en ecosistemas naturales de áreas montañosas y cayerías del archipiélago (HIDALGO-GATO ET AL., 1998; HIDALGO-GATO Y RODRIGUEZ-LEON, 2000; RODRIGUEZ-LEON E HIDALGO-GATO; 2001).

Como resultado de los inventarios que se han venido realizando durante los años 2000-2003 en diferentes áreas montañosas de la localidad de Mil Cumbres, se da a conocer el registro de cuatro especies de Cicadellidae, ampliando así su distribución en la región del Caribe. Estos resultados se enmarcan en el proyecto “*Diversidad de Coleoptera, Homoptera, Diptera y Lepidoptera (Insecta) en zonas montañosas del Área Protegida Mil Cumbres, Pinar del Río*” dentro del Programa Ramal Científico-Técnico: “Sistemática y Colecciones Biológicas” y que ejecuta el Instituto de Ecología y Sistemática. Los ejemplares fueron depositados en las colecciones entomológicas del mismo Instituto.

RESULTADOS

Superfamilia CICADELLOIDEA

Familia CICADELLIDAE

Subfamilia TYPHLOCYBINAE

Typhlocybella maculata Caldwell y Martorell, 1950.

Referencias: CALDWELL Y MARTORELL, 1950.

Material examinado: Forneguera (22° 45'209''N; WO 83°20'56.3''W): dos machos y dos hembras (22-II-02), M H-Gato y M. Trujillo, vegetación herbácea.

Distribución: Cuba, Puerto Rico (localidad tipo).

Subfamilia DELTOCEPHALINAE

Schaphytopius fuliginosus (Osborn, 1926)

Referencias: CALDWELL Y MARTORELL, 1950; LINNAVUORI, 1959.

Material examinado: Pan de Guajaibón (22°46'947''N; 83°23'.110'W): un macho y una hembra (22-II-02), M. H-Gato y M. Trujillo; una hembra (14-III-02), I. Fernández y A. Daniel; Sierra Chiquita (22°46'947''N; 83°23'850''W): una hembra (15-III-02), M. H-Gato y A. Daniel; Forneguera (22°45'209''N; 83°20'56.3''W): una hembra (12-III-03), M. H-Gato y M. Domínguez, en vegetación herbácea.

Distribución: Cuba, Puerto Rico (localidad tipo), Islas Vieques, Costa Rica, Colombia y México.

Schaphytopius nigrinotus (Calwell y Martorell, 1950)

Referencias: CALDWELL Y MARTORELL, 1950; LINNAVUORI, 1959.

Material examinado: Sierra Chiquita (22°46'439''; 83°23'785''W): un macho (26-III-03), M. H-Gato y M. Domínguez, en bosque semideciduo.

Distribución: Cuba, Puerto Rico (localidad tipo).

Haldorus furcatus Caldwell y Martorell, 1950

Referencias: CALDWELL Y MARTORELL, 1950; LINNAVUORI, 1959.

Material examinado: Sierra Chiquita (22°46'389''W; 83°23'850''W): un macho y una hembra, M. H-Gato y M. Domínguez; dos hembras, E. Reyes y M. Olcha (20-III-03), en vegetación herbácea.

Distribución: Cuba, Puerto Rico (localidad tipo).

BIBLIOGRAFÍA

- HIDALGO-GATO, M. M. Y R. RODRIGUEZ-LEON. 2000. Los homópteros (Homoptera: Auchenorrhyncha) de la Cordillera de Guaniguanico, Cuba. *Brenesia* 54 : 51-60.
- HIDALGO-GATO, M. M., R. RODRIGUEZ-LEON Y L. F. DE ARMAS. 1998. Homópteros auquenorrincos (Homoptera: Auchenorrhyncha) de la Altiplanicie Sagua-Baracoa, provincia de Holguín. *Poeyana* 468 : 1-7.
- CALDWELL, J. S. Y L. F. MARTORELL. 1950. Review of the auchenorrhynchous Homoptera of Puerto Rico. Part. 2 Fulgoroidea except Kinnaridae. *Jour. Agr. Univ. Puerto Rico*, 43 (1) : 269 p.
- OSBORN, H. 1923. Neotropical Homoptera of the Carnegie Museum, Parts 1-2. *Ann. Carnegie Mus.*, 15, 8-26 & 27-79.
- RODRIGUEZ-LEON E HIDALGO-GATO, M. M. 2001. Homópteros auquenorrincos presentes en siete cayos del Archipiélago Sabana-Camagüey, Cuba. *Poeyana* 481-483 : 1-5.

Correcciones al Catálogo de Moluscos del Mar Caribe de Costa Rica: desde Cahuita hasta Gandoca

Corrections to the checklist Mollusca of Costa Rica Caribbean Sea: from Cahuita to Gandoca

José Espinosa¹, Jesús Ortea² y Frank González³

¹Instituto de Oceanología, Avda. 1^a n° 18406, E/ 184 y 186, Playa, La Habana, Cuba.

²Departamento BOS, Laboratorio de Zoología, Universidad de Oviedo, España.

³Instituto Nacional de Biodiversidad, Costa Rica.

Palabras clave: Moluscos, inventario, correcciones, Caribe, Costa Rica.

Key words: Mollusca, inventory, corrections, Caribbean Sea, Costa Rica.

INTRODUCCIÓN

Como resultado de la revisión de la literatura especializada se presentan actualizaciones genéricas o específicas de 25 especies y la corrección de otros arreglos sistemáticos, omisiones y errores que presenta el catálogo de ESPINOSA Y ORTEA (2001).

Para mayor facilidad se mantienen los números de cada especie correspondiente al catálogo de ESPINOSA Y ORTEA (2001) y se ofrecen los nombres científicos, autores y fechas actualizados o corregidos, sólo en algunos casos se argumentan los cambios efectuados. Adicionalmente se ofrece el código de cada especie correspondiente a la base de datos y la colección de referencia del Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio), de Costa Rica. Otras enmiendas a errores ortográficos ocasionados por los programas de conversión de sistemas o corrección automática, además de los publicados en las ilustraciones, nombres científicos, autores y fechas, así como los códigos de las especies que faltan en ESPINOSA Y ORTEA (2001) se encuentran disponibles en la base de datos del INBio (<http://www.inbio.ac.cr>) actualizada por el tercero de los autores. En dicha base de datos se puede consultar el código del lote taxonómico al que estas asociados los holotipos de las especies descritas a falta de un código propio y diferenciado para los tipos depositados en la Institución.

ACTUALIZACIONES TAXONÓMICAS

013 *Acanthochitona rhodea* (Pilsbry, 1893)

INB0001497627

Señalada anteriormente como *Acanthochitona hemphilli* (Pilsbry, 1893), esta especie ya había sido citada para Costa Rica por LYONS (1988).

- 034** *Tegula gruneri* (Philippi, 1849) INB0003134947
Según REDFERN (2001), *Tegula substriata* (Pilsbry, 1889) es un sinónimo.
- 050** *Lithopoma tectum* (Lightfoot, 1786) INB0001494262
- 052** *Eulithidium adamsi* (Philippi, 1853) INB0001494440
- 053** *Eulithidium affinis* (C. B. Adams, 1850) INB0003141048
- 054** *Eulithidium bellum* (M. Smith, 1937) INB0003134410
- 055** *Eulithidium tessellatum* (Potiez y Michaud, 1838) INB0003177878
- 056** *Eulithidium thalassicolum* Robertson, 1958 INB0001494589
- 063** *Puperita pupa* (Linné, 1767) INB0001494673
Según GUNDERSEN Y MINTON (1997), *Puperita tristis* (d'Orbigny, 1842) es un sinónimo.
- 065** *Finella dubia* (d'Orbigny, 1842) INB0001494586
- 070** *Bittolum varium* (Pfeiffer, 1840) INB0001494663
- 075** *Littoraria angulifera* (Lamarck, 1822) INB0001494606
- 077** *Echinolittorina meleagris* (Potiez y Michaud, 1838) INB0001494490
- 080** *Echinolittorina angustior* (Mörch, 1876) INB0001494632
- 081** *Echinolittorina ziczac* (Gmelin, 1791) INB0001494542
- 104** *Talparia cinerea* (Gmelin, 1771) INB0001494384
- 138** *Retilaskeya emersoni* (C. B. Adams, 1838) INB0001494640
El género *Retilaskeya* Marshall, 1978 y la subfamilia Eumetulinae pertenecen a la familia Cerithiopsidae y no a Triphoridae, como aparece en el catálogo.
- 149** *Melanella brunnea* (Mühlfeld, 1824) INB0003119813
Señalada en el catálogo como *Melanella jamaicensis* (C. B. Adams, 1950).
- 166** *Plicopurpura patula* (Linné, 1758) INB0001494388
- 203** *Tritonoharpa lanceolata* (Menke, 1828) INB0003134420
Incluir esta especie en el género *Tritonoharpa* Dall, 1908, de la familia Cancellariidae, subfamilia Plesiotritoninae (véase REDFERN, 2001).

210 *Ticofurcilla tica* (Espinosa y Ortea, 2000) INB0003371976

Por encontrarse preocupado el nombre *Furcilla* Espinosa y Ortea, 2000, ESPINOSA Y ORTEA (2002) proponen un nuevo nombre, *Ticofurcilla*, para este taxón.

239 *Brachycythara biconica* (C. B. Adams, 1850) INB0001494650

Citada en el anterior catálogo como *Mangelia biconica* C. B. Adams, 1850, pertenece al género *Brachycythara* Woodring, 1928, subfamilia Mangeliinae (véase ROLAN Y ESPINOSA, 1999).

253 *Ividia abbotti* Olsson y McGinty, 1958 INB0003136113

319 *Caribranchus mormosus* (Marcus y Marcus, 1962) INB0001495915

ORTEA, CABALLER Y MORO (2002) proponen el género *Caribranchus* para esta especie.

357–360 Todas las especies del Orden Nuculoidea pertenecen a la subclase Protobranchia, mientras que en la subclase Pteriomorphia se incluyen las especies de los ordenes Arcoidea, Mytiloidea y Ostreoidea (**361 – 404**).

460 *Lirophora paphia* (Linné, 1767) INB0001494598

En las ilustraciones:

Tres especies de la familia MURICIDAE aparecen con el pie rotado en la página 30: la figura **157** *Tripterotyphis triangularis* corresponde a **162** *Favartia alveata* la figura **161** *Favartia cellulosa* corresponde a **157** *Tripterotyphis triangularis* la figura **162** *Favartia alveata* corresponde a **161** *Favartia cellulosa*

En la figura **14C**, el borde masticador aparece representado en el borde opuesto.

En la **Lámina III** (p. 59) la figura F es *Cuthona iris* Edmunds y Just, 1983.

BIBLIOGRAFÍA

- ESPINOSA, J., Y ORTEA, J. 2001. Moluscos del Mar Caribe de Costa Rica: desde de Cahuita hasta Gandoca. *Avicennia*, Suplemento 4: 1-77.
- ESPINOSA, J., Y ORTEA, J. 2002. *Ticofurcilla nomen novum* para *Furcilla* Espinosa y Ortea, 2000 (Neogastropoda: Cystiscyidae). *Rev. Acad. Canar. Cienc.*, 14(3-4): 311.
- GUNDERSEN, R., Y MINTON, R. 1997. Do spots equal stripes?. *American Conchologist*, 25(4): 22 - 23.
- Lyons, W. G. 1988. A review of Caribbean Acanthochitonidae (Mollusca: Polyplacophora) with descriptions of six species of *Acanthochitona* Gray, 1821. *American Malacological Bulletin*, 7(1): 57 - 64.
- ORTEA, J., CABALLER, M., Y MORO, L. 2002. Descripción de los individuos jóvenes de *Hexabranchnus mormosus* Marcus & Marcus, 1962 (Mollusca, Nudibranchia) con algunas consideraciones sobre la sistemática de la familia Hexabranchniidae. *Rev. Acad. Canar. Cienc.*, 14(3-4): 193-200.
- REDFERN, C. 2001 "*Bahamian Seashells. A Thousand species from Abaco, Bahamas*", BocaRaton, USA. 280 págs.
- ROLAN, E., Y ESPINOSA, J. 1999. El complejo *Brachycythara biconica* (C. B. Adams, 1850) (Mollusca: Gastropoda: Turridae) en Cuba, con la descripción de una nueva especie. *Bolletino Malacologico*, 34(1-4): 43-49.

Avicennia

NORMAS DE PUBLICACIÓN

La revista *Avicennia* publica artículos científicos, notas breves y monografías, sobre temas relacionados con la oceanología, ecología y biodiversidad tropical.

Se entiende por artículo un trabajo de investigación de más de 5 páginas mecanografiadas, incluidas láminas, gráficos y tablas. Las notas son trabajos de menor extensión. Las monografías son trabajos sobre un tema único, de extensión superior a las 40 páginas de la revista y que serán publicadas en un número único de la misma.

Los artículos, notas y monografías deberán ser originales e inéditos y deberán presentarse mecanografiados en papel DIN A-4, por una sola cara a doble espacio. Los trabajos se entregarán acompañados por una versión en disco de ordenador, utilizando procesadores de texto WordPerfect o MsWord. Los artículos deben llevar un título en castellano e inglés. A continuación figurarán el nombre y apellidos del autor o autores, direcciones de los mismos, y un resumen en ambos idiomas. Cada artículo debe constar, siempre que sea posible, de introducción, material y métodos, resultados y discusión, junto con un apartado de agradecimientos y bibliografía. El texto del trabajo podrá estar redactado en inglés o en castellano. Deben evitarse notas a pie de página y ningún título se escribirá por completo en mayúsculas. Las notas breves se presentarán de la misma forma pero sin resumen. Los autores que deseen publicar en *Avicennia* deberán abonar el importe completo del artículo a precio de coste.

Las referencias bibliográficas irán en el texto con minúsculas o versalitas: FRETTER Y GRAHAM (1962) ó (FRETTER Y GRAHAM, 1962). Si son más de dos autores se deberán citar todos la primera vez que aparecen en el texto (SMITH, JONES Y BROWN, 1970) y SMITH *ET AL.*, 1970 las siguientes. Si un autor ha publicado más de un trabajo en un año se citarán con letras: (DAVIS, 1989a; DAVIS, 1989b). No se aceptarán referencias de artículos en prensa o en preparación.

Al final del trabajo se confeccionará la lista bibliográfica con todas las citas del texto, en orden alfabético, con letras minúsculas o versalitas y seguidas del año de publicación, por ejemplo:

BARLOW, G. M. 1974. Contracts in social behaviour between Central American ciclid fishes and coral reef surgeon fishes. *Am. Zool.*, 14 (3): 9-34.

HARTMAN, O. 1968. *Atlas of errantiae polychaetous annelids from California*. Allan Hancock Foundation, University of Southern California, Los Angeles, 828 pp.

JONES, N. S. 1971. Diving. En: *Methods for the study of marine benthos*. N. A. Holme y A. D. McIntyre (eds.). IPB Handbook, No. 6, pp. 71-79.

Las gráficas e ilustraciones deben ser originales y presentarse sobre papel vegetal o similar en tamaño no superior a DIN A-4, con tinta china negra y ajustado al formato de caja de la revista (180 x 125 mm) o proporcional a éste. Las fotografías deberán ser siempre contrastadas, en el mismo formato que los dibujos. Las escalas de dibujos y fotografías deben ser gráficas y en el sistema métrico decimal. Los pies de figuras y los títulos de las tablas deberán estar redactados en castellano e inglés. Sólo los nombres en latín y los taxones genéricos y específicos deben llevar subrayado o ir en cursivas.

Los artículos que no se ajusten a las normas de publicación serán devueltos al autor. El comité editorial comunicará al primer autor la fecha de recepción del trabajo, la fecha de aceptación y el número de *Avicennia* en el que se espera que será publicado. Si lo considera conveniente podrá solicitar a los autores las modificaciones que los revisores consideren oportunas. En este caso el autor deberá enviar una copia impresa del trabajo corregida y una copia en soporte informático.

Cada autor recibirá gratuitamente 25 separatas de su trabajo. Aquellos autores que deseen más deberán indicarlo al devolver las pruebas de imprenta. El autor deberá abonar el importe del exceso.

Los interesados en publicar en *Avicennia* deberán dirigirse a:

Dr. Jesús Ortea Rato.
Dpto. de Biología de Organismos y Sistemas
Laboratorio de Zoología
Universidad de Oviedo
33005 Oviedo. Asturias. España

ÍNDICE

Avicennia, 16, Diciembre de 2003

El Mar: fuente de nuevos fármacos ANOLAND GARATEIX Y ABEL ANEIROS.....	1
Compuestos de origen marino como instrumentos para el estudio del sistema nervioso ANOLAND GARATEIX, TEIDY GARCIA, EMILIO SALCEDA Y ENRIQUE SOTO.....	6
<i>Bunodosoma granulifera</i> : fuente de péptidos con acción sobre canales iónicos ANOLAND GARATEIX, EMILIO SALCEDA, ABEL ANEIROS Y ENRIQUE SOTO.....	13
Compuestos de origen marino con actividad antiinflamatoria MIRTHA LLANIO Y MIGUEL D. FERNANDEZ.....	22
Búsqueda de actividades antiinflamatoria, analgésica y antioxidante en algunas algas de las costas cubanas MIRTHA LLANIO, MIGUEL D. FERNANDEZ, OLGA VALDÉS-IGLESIAS, CARLA DELPORTE, NADINE BACKHOUSE, IGNACIO HERNANDEZ, BETTY CABRERA, CECILIA DIAZ Y YOANIA CABRANES.....	26
Propiedades anti-inflamatoria-analgésica y antioxidante de una planta marina MIGUEL D. FERNANDEZ, MIRTHA LLANIO, FÉLIX ARTEAGA, FEDERICO DAJAS, CAROLINA ECHEVERRY, MARGOT FERREIRA, IGNACIO HERNANDEZ, BETTY CABRERA, MARIA RODRIGUEZ Y ABEL ANEIROS.....	31
Macroalgas de la plataforma insular cubana como fuente de extractos bioactivos OLGA VALDÉS-IGLESIAS, NEREIDA DIAZ, YOANIA CABRANES, MARTHA E. ACEVEDO, ARSENIO J. ARECES, LOURDES GRAÑA, CECILIA DIAZ.....	36
Selección de una bacteria marina productora de tensioactivos e identificación de su naturaleza química EUDALYS ORTIZ, MARIO VILLAVERDE, ROBERTO NUÑEZ, VIVIAN ALMAZAN, YOANIA CABRANES, TAMARA GARCIA Y ROBERTO RODRIGUEZ ROQUE.....	46
El género <i>Mellita</i> (Echinodermata: Echinoidea, Clypeasteroidea) de las costas de México FRANCISCO ALONSO SOLIS-MARIN, ALFREDO LAGUARDA-FIGUERAS, ALICIA DE LA LUZ DURAN-GONZALEZ Y BLANCA ESTELA BUITRON SANCHEZ.....	55
Una especie nueva de anfípodo anquialino del género <i>Socarnopsis</i> (Amphipoda, Lysianassidae) del sistema cavernario de Playa Girón, Cuba MANUEL ORTIZ, ALFREDO GARCIA-DEBRAS Y ROGELIO LALANA.....	71
Nuevos copépodos e isópodos (Crustacea), parásitos de peces del Archipiélago Cubano, con la descripción de una nueva especie de copépodo MANUEL ORTIZ, ROGELIO LALANA Y EGGY SUAREZ.....	78
Nuevos registros de polillas (Lepidoptera) para Cuba RAYNER NUÑEZ ÁGUILA.....	83
La superfamilia Limacoidea (Mollusca: Pulmonata) en Cuba DAVID MACEIRA F. Y TERESA RODRIGUEZ L.....	91
A new species of terrestrial isopod (Oniscidea: Delatorreidae) from Cuba AUGUSTO JUARRERO DE VARONA Y LUIS F. DE ARMAS.....	97
Una nueva especie de <i>Eubranchus</i> Forbes, 1838 (Mollusca: Nudibranchia) de las Islas Galápagos JESUS ORTEA, MANUEL CABALLER Y JUAN JOSE BACALLADO.....	103
Nuevos caracteres anatómicos de <i>Doto cabecar</i> Ortea, 2001 (Mollusca: Nudibranchia) JESUS ORTEA Y MANUEL CABALLER.....	107
Adiciones al Catálogo de Moluscos del Mar Caribe de Costa Rica: desde Cahuita hasta Gandoca JOSÉ ESPINOSA I Y JESUS ORTEA.....	113
Descripción de dos nuevas especies del género <i>Prunum</i> Herrmannsen, 1852 (Mollusca: Gastropoda: Marginellidae) del Caribe y el Pacífico de Costa Rica JULIO MAGAÑA, JOSÉ ESPINOSA Y JESUS ORTEA.....	121
Nuevos Aeolidaceos (Mollusca: Gastropoda) de Costa Rica JESUS ORTEA, MANUEL CABALLER Y JOSÉ ESPINOSA.....	129
Nuevas especies de moluscos marinos (Mollusca: Gastropoda) del Parque Nacional Guanahacabibes, Pinar del Río, Cuba JOSÉ ESPINOSA I Y JESUS ORTEA.....	143
Notas breves:	
Cuatro nuevos registros de homópteros (Homoptera: Auchencha) for Cuba MARTA M. HIDALGO-GATO Y R. RODRIGUEZ-LEON.....	157
Correcciones al Catálogo de Moluscos del Mar Caribe de Costa Rica: desde Cahuita hasta Gandoca JOSÉ ESPINOSA, JESUS ORTEA Y FRANK GONZALEZ.....	159