

REV  
6310

# REVISTA DE LA ACADEMIA CANARIA DE CIENCIAS

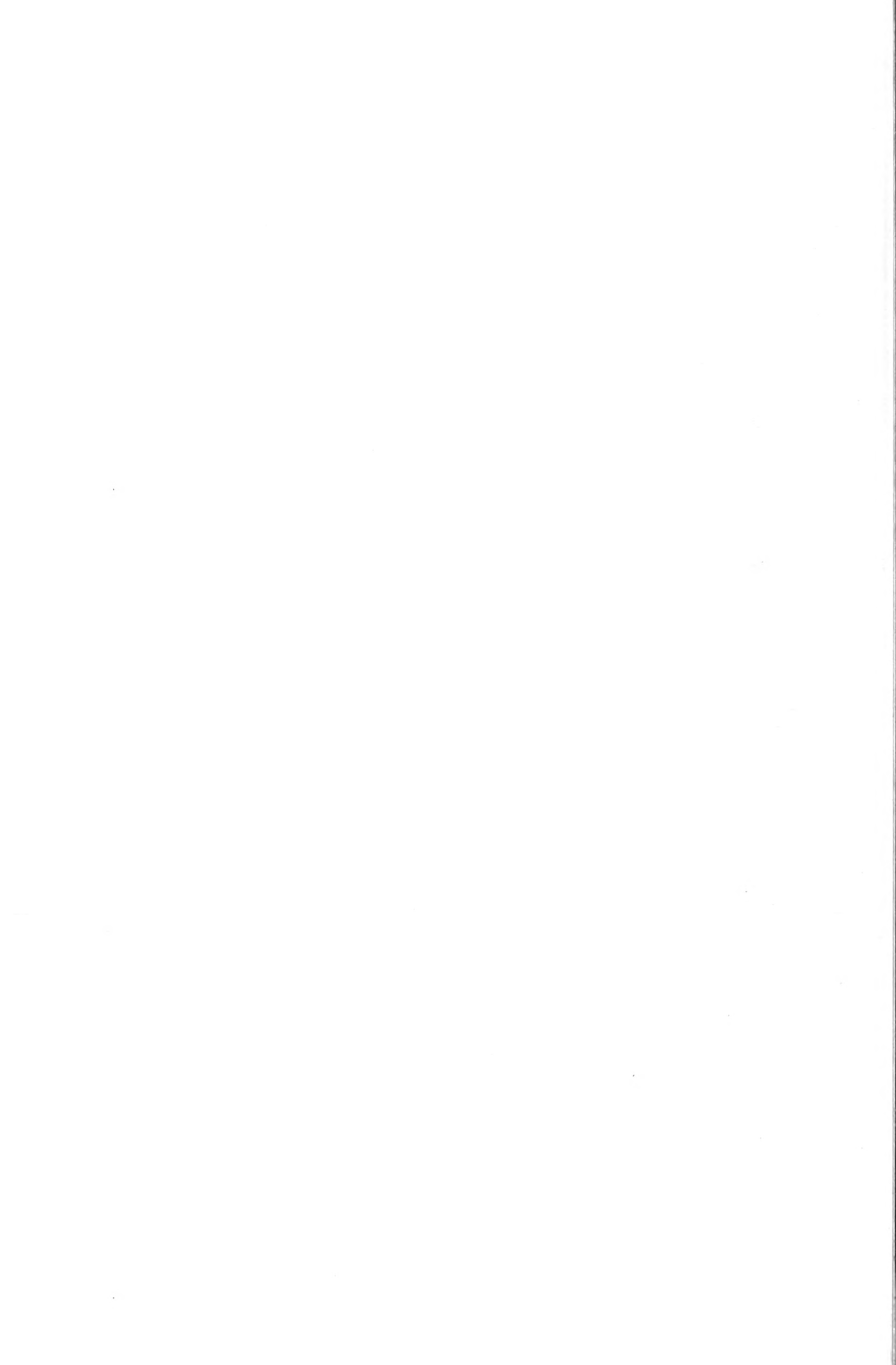


**Folia Canariensis Academiae Scientiarum**

**Volumen XXIX - Biología (2017)**



MCZ  
LIBRARY  
OCT 15 2013  
HARVARD  
UNIVERSITY





**REVISTA  
DE LA ACADEMIA CANARIA  
DE CIENCIAS**

---

**BIOLOGÍA**

**Folia Canariensis Academiae Scientiarum**

---

**Volumen XXIX**  
Diciembre de 2017

**REVISTA DE LA  
ACADEMIA CANARIA DE CIENCIAS  
Folia Canariensis Academiae Scientiarum**

**JUNTA DE GOBIERNO**

**Presidente**

Dr. D. José Manuel Méndez Pérez

**Vicepresidente**

Dr. D. Sebastián Delgado Díaz

**Secretario**

Dr. D. Ángel Gutiérrez Navarro

**Vicesecretario**

Dr. D. Juan Ortega Saavedra

**Tesorero**

Dr. D. Alfredo Mederos Pérez

**Bibliotecario**

Dr. D. Víctor Sotero Martín García

**Vocales**

Dr. D. Ángel Gutiérrez Ravelo [sección de Química]

Dr. D. Bonifacio Nicolás Díaz Chico [sección de Biología]

Dr. D. Carlos González Martín [sección de Matemáticas]

Dr. D. Manuel Vázquez Abeledo (provisionalmente) [sección de Física]

Dr. D. Manuel Vázquez Abeledo [sección de Ciencias de la Tierra y del Espacio]

**COMITÉ EDITORIAL**

**Director-editor**

Juan José Bacallado Aránega

**Secretario de Redacción**

Alberto Brito Hernández

**Vocales**

Wolfredo Wildpret de la Torre

Ángel Gutiérrez Navarro

María Luisa Tejedor Salguero

Alfredo Mederos Pérez

*Publica*

**Academia Canaria de Ciencias**

*con la colaboración de*

**Gobierno Autónomo de Canarias**

**Cabildo Insular de Tenerife**

*Imprime*

Grafiexpress Comunicación Visual

ISSN: 1130-4723 - Depósito Legal: TF-931/2015

**COMITÉ CIENTÍFICO INTERNACIONAL  
INTERNATIONAL SCIENTIFIC BOARD**

María Teresa ALBERDI  
*Museo Nacional de Ciencias Naturales  
Madrid*

Julio AFONSO  
*Universidad de La Laguna. Tenerife*

Natacha AGUILAR  
*Universidad de La Laguna. Tenerife*

Paulo BORGES  
*Universidad de Azores. Portugal*

Manuel CABALLER  
*Muséum National d'Histoire Naturelle  
París*

Alejandro DE VERA  
*Museo de Ciencias Naturales. Tenerife*

José ESPINOSA  
*Instituto Oceanológico de La Habana. Cuba*

Fátima HERNÁNDEZ  
*Museo de Ciencias Naturales. Tenerife*

Aurelio MARTÍN  
*Universidad de La Laguna. Tenerife*

Victoria Eugenia MARTÍN  
*Universidad de La Laguna. Tenerife*

Pedro OROMÍ  
*Universidad de La Laguna. Tenerife*

Óscar OCAÑA  
*Museo del Mar. Ceuta*

Jesús Ángel ORTEA  
*Universidad de Oviedo. Asturias*

Javier F. ORTEGA  
*Florida International University. USA*

Ángel PÉREZ-RUZAFÁ  
*Universidad de Murcia. Murcia*

Julia PÉREZ  
*Jardín Botánico Viera y Clavijo. Gran Canaria*

Juan Carlos RANDO  
*Universidad de La Laguna. Tenerife*

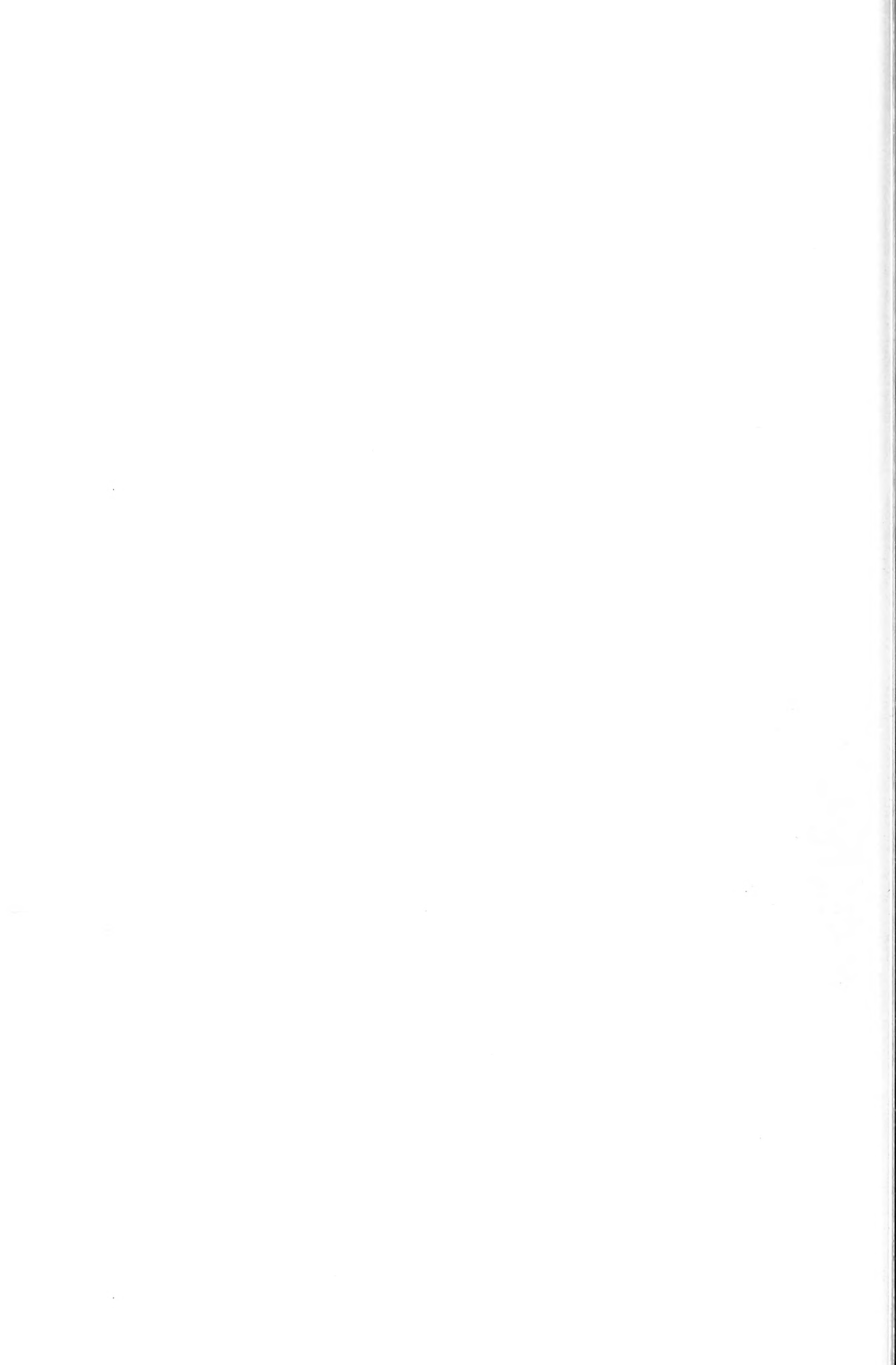
Rodrigo RIERA  
*Centro de Investigaciones Medioambientales  
del Atlántico*

Arnoldo SANTOS  
*Instituto Canario de Investigaciones Agrarias  
Tenerife*

Marco TAVIANI  
*Instituto de Geología Marina. Bolonia. Italia*

José TEMPLADO  
*Museo Nacional de Ciencias Naturales. Madrid*

Wolfredo WILDPRET  
*Universidad de La Laguna. Tenerife*





## EDITORIAL

Si guiendo fielmente una distintiva y marcada línea editorial presentamos, en diciembre de 2017, el volumen XXIX de la Revista de la Academia Canaria de Ciencias (*Folia Canariensis Academiae Scientiarum*), con novedosos y rigurosos contenidos cuya selección ha superado las evaluaciones pertinentes de los comités científicos correspondientes. Como no podía ser de otra manera seguimos cubriendo y liderando una amplia parcela geográfica mundial, con especial dedicación a las biotas presentes en ecosistemas marinos y terrestres insulares: Macaronesia (Azores, Madeira, Salvajes, Canarias y Cabo Verde), Antillas *sensu lato*, como también los enclaves atlántico-mediterráneos del sur de Iberia y noroeste de África, con especial incidencia en el área marina del Estrecho de Gibraltar donde el singular y productivo litoral de Ceuta y el área marina de Alborán marcan la pauta.

En el presente volumen se describen ocho nuevas especies de moluscos terrestres y fluviales de Cuba, así como otras dos de marginélidos marinos de Martinica (Antillas menores). Asimismo destacamos, para el área marina de Canarias, los novedosos registros de ocho especies de peces, que vienen a poner de manifiesto la paulatina tropicalización del mar canario; como también la presencia de 15 especies de invertebrados marinos (tres escifozoos, tres poliquetos, dos copépodos, un decápodo, un ectoprocto y cinco ascídias), que enriquecen los listados del Banco de Datos de Canarias.

La Botánica irrumpe con fuerza en este volumen de la Real Academia Canaria de Ciencias, con un modélico trabajo y puesta al día sobre Biología Reproductiva, poniendo de manifiesto el éxito reproductivo de las angiospermas en el archipiélago canario, evidenciando el papel de las flores en la eficacia de las poblaciones, conservación de especies amenazadas e implicación en procesos microevolutivos de las mismas.

En otro orden de cosas nuestra Revista mantiene un fluido intercambio con un centenar de publicaciones de todo el mundo, muy especialmente con aquellas revistas de mayor eco en el campo científico internacional. Al propio tiempo sus contenidos aparecen vaciados en internet a cargo de Biodiversity Heritage Library.

*Juan José Bacallado Aránega*  
Director/Editor

## EDITORIAL

Faithfully following a distinctive and marked editorial line, we presented, in December 2017, volume XXIX of the Journal *Revista de la Academia Canaria de Ciencias (Folia Canariensis Academiae Scientiarum)*, with new and rigorous contents whose selection has passed the relevant evaluations of the scientific committees corresponding. As it could not be otherwise, we continue to cover and lead a wide geographical area worldwide, with special dedication to the biota present in marine and terrestrial island ecosystems: Macaronesia (Azores, Madeira, Selvagens, Canary and Cape Verde Archipelagos), Antilles *sensu lato*, as also the Atlantic-Mediterranean enclaves of southern Iberia and northwest Africa, with special emphasis on the marine area of the Strait of Gibraltar where the unique and productive coastline of Ceuta and the Alborán marine area set the tone.

In this volume, eight new species of terrestrial and fluvial mollusks from Cuba are described, as well as two other species of marine marginelids from Martinique (Lesser Antilles). We also highlight, for the marine area of the Canary Islands, the new records of eight species of fishes, which show the gradual tropicalization of the Canary waters; as well as the presence of 15 species of marine invertebrates (three scyphozoa, three polychaetes, two copepods, one decapod, one ectoproct and five ascidians), which enrich the listings of the Canary Islands Data Bank.

Botany erupts with force in this volume of the Real Academia Canaria de Ciencias, with a model work and update on Reproductive Biology, showing the reproductive success of angiosperms in the Canary archipelago, evidencing the role of flowers in the effectiveness of populations, conservation of threatened species and involvement in microevolutionary processes thereof.

On another level, our Journal maintains a fluid exchange with a hundred publications from around the world, especially with those of greater echo in the international scientific field. At the same time, its contents appear online on the internet by the Biodiversity Heritage Library.

*Juan José Bacallado Aránega*  
Director/Editor

**Restoration of the genus *Pseudocorynactis* Den Hartog, 1980  
and emended diagnosis of the genera *Corynactis* Allman, 1846,  
*Pseudocorynactis* and *Paracorynactis* Ocaña, Den Hartog,  
Brito & Bos, 2010**

**Ocaña, O.<sup>1</sup>, J. C. den Hartog<sup>2</sup> & A. Brito<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Fundación Museo del Mar de Ceuta, Muelle Cañonero Dato s.n  
51001, Ceuta, North Africa, Spain  
lebruni@telefonica.net direccion@museodelmarceuta.com

<sup>2</sup> J. C. den Hartog, National Museum of Natural History, Postbus 9517  
2300 RA Leiden, The Netherlands. Deceased (1942-2000)

<sup>3</sup> Grupo de Investigación BIOECOMAC, Unidad Departamental de Ciencias Marinas  
Sección de Biología, Universidad de La Laguna, C/ Astrofísico Sánchez, s.n.  
38206 La Laguna, Tenerife, islas Canarias. abrito@ull.es

**ABSTRACT**

The genus *Pseudocorynactis* den Hartog, 1980 was synonymized in 2011 (see FAUTIN, 2011: 39) because its taxonomic weakness and merged into *Corynactis* Allman, 1846. In the same paper Fautin merge automatically *Pseudocorynactis caboverdensis* and *Pseudocorynactis globulifera* into *Corynactis* without appropriate discussion otherwise the paper printed one year ago (see OCAÑA *et al.*, 2010) would had been referenced in Fautin's paper and indeed the new genus *Paracorynactis* Ocaña, den Hartog, Brito and Bos, 2010 would had not been overlooked by the North American author. Along this paper we reestablished the genus *Pseudocorynactis* and confirming the taxonomic status of *Paracorynactis* as separated genera from *Corynactis*. In addition, there are also emended diagnosis of the genera *Pseudocorynactis*, *Paracorynactis* and *Corynactis* in order to prevent future erroneous taxonomic interpretations.

**Keywords:** *Pseudocorynactis*, genus reestablishment, tentacles structure and function, cnidom and anatomical differences.

**RESUMEN**

El género *Pseudocorynactis* den Hartog, 1980 fue sinonimizado con el género *Corynactis* Allman, 1846 debido a su inconsistencia taxonómica (ver FAUTIN, 2011: 39). En el mismo artículo Fautin sinonimizó e incluyó automáticamente a las especies *Pseudocorynactis caboverdensis* y *Pseudocorynactis globulifera* dentro del género *Corynactis* sin una

apropiada discusión ya que sino el artículo impreso un año antes (ver OCAÑA *et al.*, 2010) hubiera sido citado en el trabajo de Fautin y el nuevo género *Paracorynactis* Ocaña, den Hartog, Brito and Bos, 2010 no hubiera sido ignorado por la autora norteamericana. A lo largo de este artículo restablecemos el género *Pseudocorynactis* y lo separamos definitivamente de *Corynactis*. Además, se incluyen las diagnósticos enmendados de los géneros *Pseudocorynactis*, *Paracorynactis* y *Corynactis* para prevenir futuras erróneas interpretaciones.

**Palabras clave:** *Pseudocorynactis*, género reestablecido, estructura y función tentáculos, cnidoma y diferencias anatómicas.

## 1. INTRODUCTION

The genus *Pseudocorynactis* was described by den Hartog in 1980 to accommodate a group of Corallimorpharians species from the Caribbean that have extremely well developed acrospheres. Later, the new genus *Paracorynactis* Ocaña, den Hartog, Brito and Bos, 2010 with prominent acrospheres was erected to merge a new species of solitary Corallimorphidae widely spread along the Indopacific region (see OCAÑA *et al.*, 2010).

The genus *Corynactis* is well known along the temperate and even cold waters from the Mediterranean, Atlantic ocean, California coast, South Australia, New Zealand, South Africa and Chile.

FAUTIN (2011) published in *Zootaxa*, invalidated the genera *Pseudocorynactis* and merged into *Corynactis* arguing a taxonomic weakness. Sadly, Fautin ignored our paper (see OCAÑA *et al.*, 2010) and nothing was mentioned (see FAUTIN, 2011) about the new genus *Paracorynactis* or the two new species of *Pseudocorynactis* described one year before (see OCAÑA *et al.*, 2010). Moreover, it is also plausible to think that reviewers perhaps did not have enough experience to focus the polemic and categorical arguments used by Fautin or even to check previous papers studying similar subjects. The first author in this paper has enough experience working on Actiniaria and Corallimorpharia from New Zealand waters (see CAIRNS *et al.*, 2009) but, obviously, he was not one of the reviewers in charge of the mentioned Fautin's paper. Since 2011 nothing has been published to void the new genus *Paracorynactis*, a very eloquent silence along several years because *Paracorynactis hoplites* is now days a well-known species with a particular predatory behaviour and ecology (BOS *et al.*, 2011; WICKEL *et al.*, 2016). Some other wrong interpretations and concepts have been noticed in Fautin's paper (2011): A) A not very accurate affirmation about den Hartog work as "only dealt with shallow waters corallimorpharians", as the deep water genera *Corallimorphus*, *Sideractis* and *Nectactis* were searched by him (see den HARTOG *et al.*, 1993). B) The diagnosis of the genus *Corynactis* provided by FAUTIN (2011: 40) includes concepts like "mesoglea thin" or "weak sphincter" that cannot be applied to *Corynactis* genus and even less to *Pseudocorynactis* (wrongly merged by Fautin into the genus *Corynactis*).

Finally and although anyone can be wrong during the research process we maintain that *Pseudocorynactis* and *Paracorynactis* are genera difficult to merge into *Corynactis*. However, to prevent future erroneous interpretations, we emend the diagnosis of these genera, pointing out the main characteristics and morphological differences. Therefore *Pseudocorynactis* is re-established and also separated from *Corynactis*.

## 2. RESULTS AND REMARKS

In 2010 was published a paper with two new species and a new genus of Coralimorpharia from the Indopacific (see OCAÑA *et al.*, 2010). Latter Fautin remarks the number of tentacles as a low importance character to distinguish *Pseudocorynactis* from *Corynactis* (2011: 39) and so the author did not discuss nor analyses the importance of the tentacle development, which was already emphasized in OCAÑA *et al.* (2010). The anatomical structure of the tentacles and their differences, was neither discussed or studied, although it was previously observed by den HARTOG (1980) and den HARTOG *et al.* (1992), and both papers are mentioned by FAUTIN (2011). Unfortunately, the clear differences existing among types and distribution of the cnidae (differences among genus and species) were treated as homogeneous characters in the Fautin's paper (2011: 39). The key characters to understand the genera differences are the tentacles structure, function and the cnidom types and distribution. Fautin's affirmation: "moreover, the types and distribution of nematocysts are identical in the two genera" *Corynactis* and *Pseudocorynactis* is not true. *Pseudocorynactis* and *Paracorynactis* have special spirocysts (>100 < 300  $\mu\text{m}$ ) and large homotrichs in the acrosphere (see OCAÑA *et al.*, 2010); *Corynactis* presents normal size spirocysts as expected in most hexacorallians and has not any trace about homotrichs into the tentacles (see den HARTOG, 1980; den HARTOG *et al.*, 1993; OCAÑA, 2003). In addition, *Paracorynactis* and *Pseudocorynactis* have long elliptical Penicilli E (p-mastigophore E) in the acrospheres, meanwhile there are oval Penicilli E in *Corynactis* (see den HARTOG, 1980; den HARTOG *et al.*, 1993; OCAÑA, 2003). Nematocysts differences among the three genera (*Corynactis*, *Pseudocorynactis* and *Paracorynactis*) are supported by distinct acrosphere structure: thicker (>200 $\mu\text{m}$ ) ectoderm with two spirocyst categories in *Paracorynactis* and *Pseudocorynactis* (see den HARTOG *et al.*, 1993: 34, Fig. 37) and a thin ectoderm (<125 $\mu\text{m}$ ) with a single spirocyst type found in *Corynactis* (see den HARTOG *et al.*, 1993: 10f, figs. 10 and 11; OCAÑA, 2003). The extensible capacity of the tentacles stalk and the column is also a significant feature, which is linked with the anatomy of the stalk and the natural life of the species, in order to make differences between the genera discussed. *Pseudocorynactis* is a night and passive predator and so, it extends enormously the tentacles, much more than the column, waiting for a prey to be taken accidentally. The strong ectodermal musculature in the tentacles stalk of *Pseudocorynactis caribbeorum* (see den HARTOG *et al.*, 1993: fig., 36) and the absence of nematocysts in the stalk in the former species and all the *Pseudocorynactis* species analyzed (see OCAÑA *et al.*, 2010) are also consistent differences with the genus *Corynactis*: a diurnal gregarious genus and a passive predator on small invertebrates that can form pseudocolonies (see OCAÑA, 2003) with normal ectodermal musculature and without high extensible capacity in the tentacles. As a consequence of this, *Corynactis* has not strongly differentiated tissues in the tentacles, and the nematocysts are abundant in the stalk. *Paracorynactis* is an active diurnal predator with moderate extendible tentacles but with a high capacity to elongate the body wall in order to catch the prey. Echinoderms are the main pray of *Paracorynactis* and the moderate extendible tentacles can approach to the prey thanks to the highly extendible column (BOS *et al.*, 2011; WICKEL *et al.*, 2016). *P. hoplites* specimens are highly efficient predators usually found in crevices (BOS *et al.*, 2011). Other features regarding the anatomy, to separate the genera in discussion, are related to the mus-

culature (A) and the pharynx (B): A) There is enlarged endodermic sphincter in the three genera but a strong branched pennon in its first part only has been observed in *Corynactis* species (see Figs. 1,3,5). In addition, there are conspicuous retractor muscles and no trace of parietobasilar muscles in *Corynactis* (see Fig. 5), meanwhile *Pseudocorynactis* have weak inconspicuous retractors, only visible with the analysis of histological sections (den HARTOG *et al.*, 1993) and present well developed often rounded parietal ridges (see den HARTOG, 1980; OCAÑA *et al.*, 2010 and Figs. 1 and 3). *Paracorynactis* retractors are only conspicuous in some free mesenteries but show well developed enlarged parietal ridges (see OCAÑA *et al.*, 2010; Fig. 1). B) Pharynx with numerous folds showing distinct narrow, projecting mesogloal lamellae equalling the mesenteries in number and situated in direct line with them is an exclusive character of *Pseudocorynactis* and *Paracorynactis* (see den HARTOG, 1980 and Figs.1 and 3). *Corynactis* show pharynx with well developed longitudinal endodermal ridges supported by slightly thickened mesogloea and number of these ridges considerably less than number of mesenteries connected with the stomodaeal wall (with the pharynx itself) (see den HARTOG *et al.*, 1993; OCAÑA, 2003 and Fig. 5).

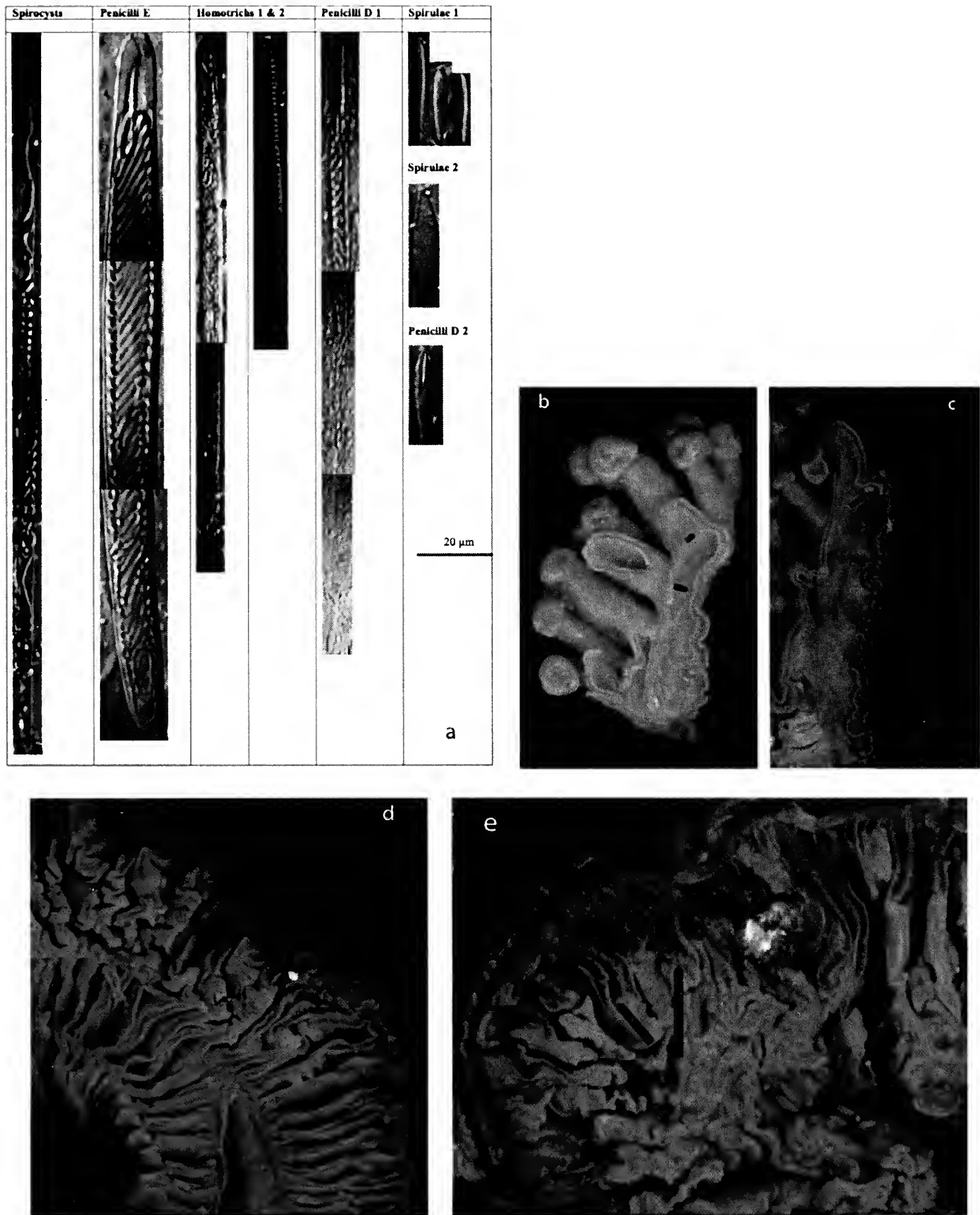
As we pointed out in a previous paper (see OCAÑA *et al.*, 2010) the species *Pseudocorynactis caboverdensis* den Hartog, Ocaña & Brito, 1993 should be placed into the genus *Corynactis*. This genus placement is more appropriate because there are oval penicilli E in the acrospheres, nematocysts in the stalk and absence of large homotrichs in the acrospheres of *P. caboverdensis*. Although we overlooked the presence of large spirocysts in *P. caboverdensis* (a typical character only known in *Pseudocorynactis* and *Paracorynactis* (see OCAÑA *et al.*, 2010) this was described in other of our previous paper (see den HARTOG *et al.*, 1993: 39). All the features previously mentioned are merged in *Corynactis caboverdensis* and certainly three characteristics are typical of the genus *Corynactis* and only one (the large spirocysts) has been exclusively recorded in the genera with prominent acrospheres (*Pseudocorynactis* and *Paracorynactis*). The combination of characteristics may suggest to erect a new genus, but the scarce material searched (only one small specimen) advise us to include the species provisionally into the genus *Corynactis*, waiting for more material of *C. caboverdensis* to be studied before we take a definitive conclusion.

### **2.1. Emended diagnosis of the genera:**

*Paracorynactis* (see OCAÑA *et al.*, 2010)

Emended diagnosis of the genus: Solitary form which may reach a relatively large size (diameter of the oral disc 10 to 15 cm); clones have never been observed. Body wall highly extendible; 3 to 5 radial rows of tentacles concentrate at the disc periphery, this character is much more conspicuous in expanded conditions. Acrospheres very prominent (ectoderm length > 200 mm), the most developed tentacles are concentrated in the disc periphery and at the margin. Tentacle stalks with medium to moderate extending capacity (half of the column as a maximum); nematocysts of several categories present in the stalk; strong ectodermic musculature but no brush like mesogloal processes. Pharynx with numerous folds (distinct narrow, projecting mesogloal lamellae) equalling the mesenteries in number and situated in direct line with them; siphonoglyph not observed but low differentiated siphonoglyph may be present. Enlarged endodermic sphincter concentrated in the upper part of the column. All mesenteries are perfect and provided with restricted enlarged

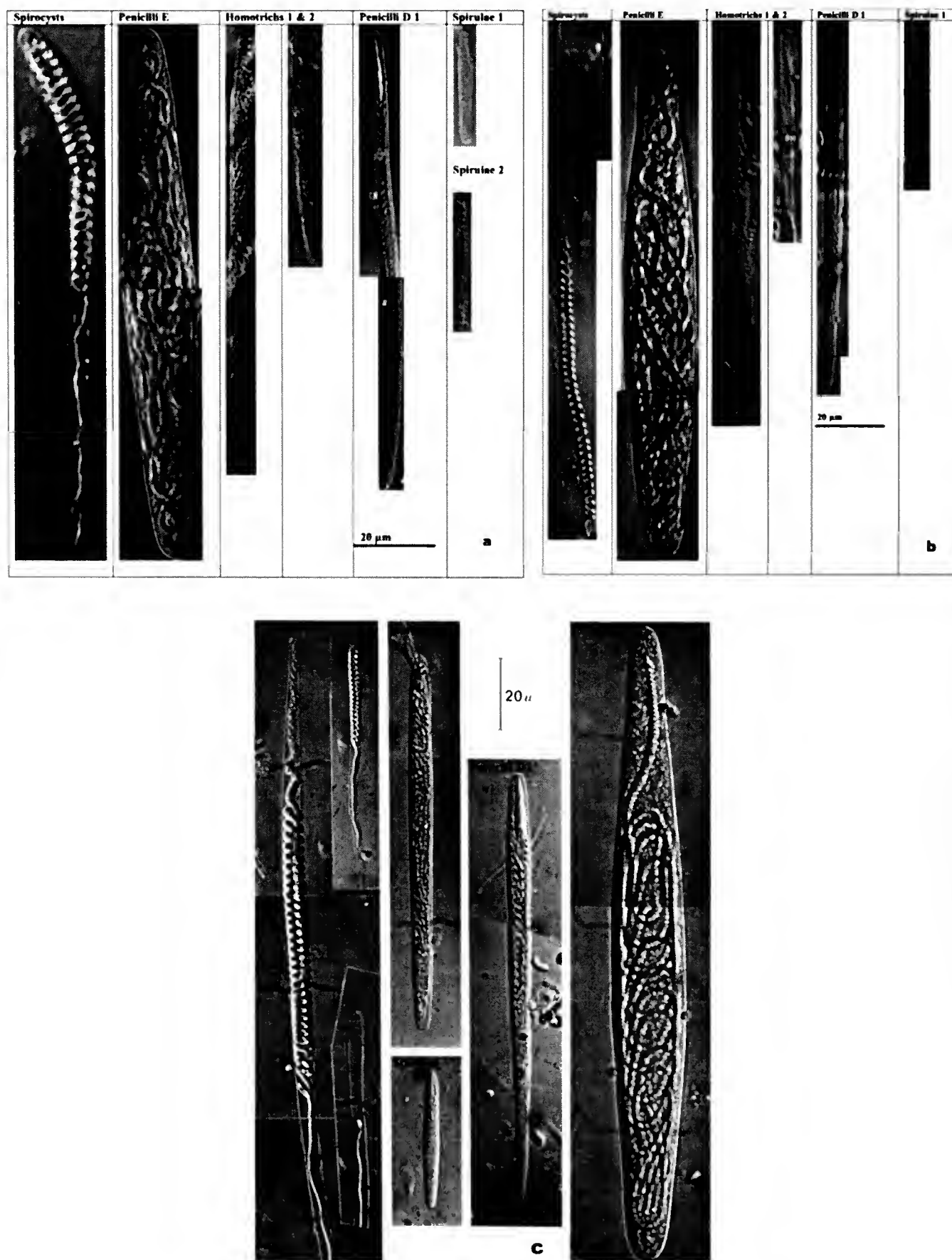
parietal ridges, weak retractors only conspicuous in free mesenteries. Cnidom: there are large elliptical penicilli E (length > 200  $\mu\text{m}$ ), large homotrachs and big special spirocysts (length >100  $\mu\text{m}$ ) in the acrospheres, showing the high development of the acrospheres; nematocysts present in the stalk.



**Fig. 1.-** Main *Paracorynactis* features and characteristics. a) pictorial survey of the cnidom; b) tentacles showing acrospheres and thick ectoderm along the stalks and sphincter situation; c) detail; d) parietobasilar ridges and pharynx furrows and mesenteries in line with them; e) parietobasilar ridges and retractor near the filaments. All the images were taken from OCAÑA *et al.* (2010); measurements of the samples should be consulted in OCAÑA *et al.* (2010).

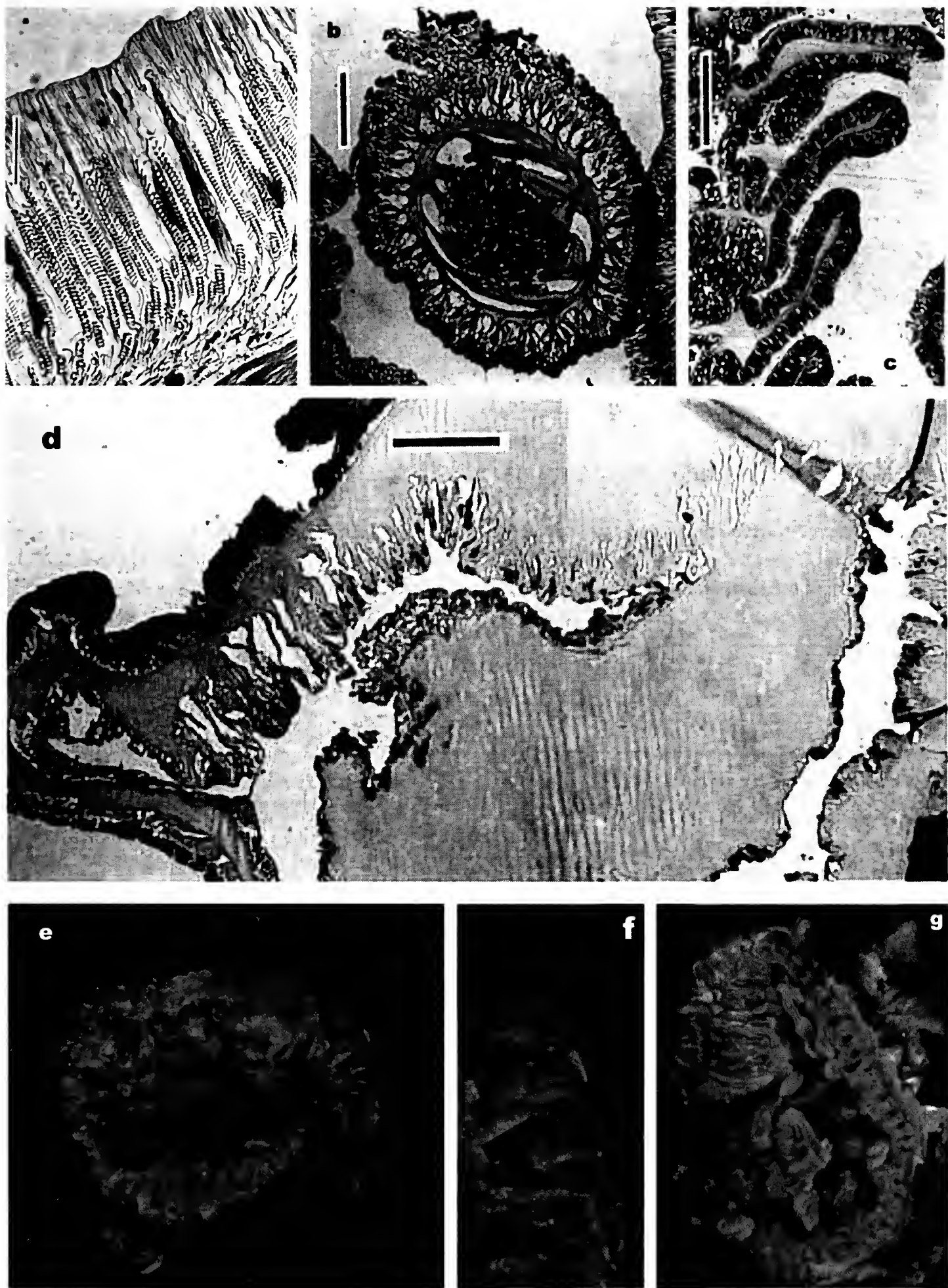
*Pseudocorynactis* (see den HARTOG, 1980; den HARTOG *et al.*, 1993; OCAÑA *et al.*, 2010)

Emended diagnosis of the genus: Fairly large, solitary forms although small clones can be possible. Body variable in shape, when fully expanded often wide trumpet-shaped, mammiform when retracted. Base up to 4 cm in diameter. The oral disc and the tentacles can easily be withdrawn into the column. Tentacles well developed, ectacmaceous, motile



**Fig. 2.-** *Pseudocorynactis* nematocysts from tentacles. a) pictorial survey of the *Pseudocorynactis globulifera* cnidom; b) pictorial survey of the *Pseudocorynactis tuberculata* cnidom; c) pictorial survey of the *Pseudocorynactis caribbeorum* cnidom. Images were taken from OCAÑA *et al.* (2010) (a & b) and den HARTOG (1980).



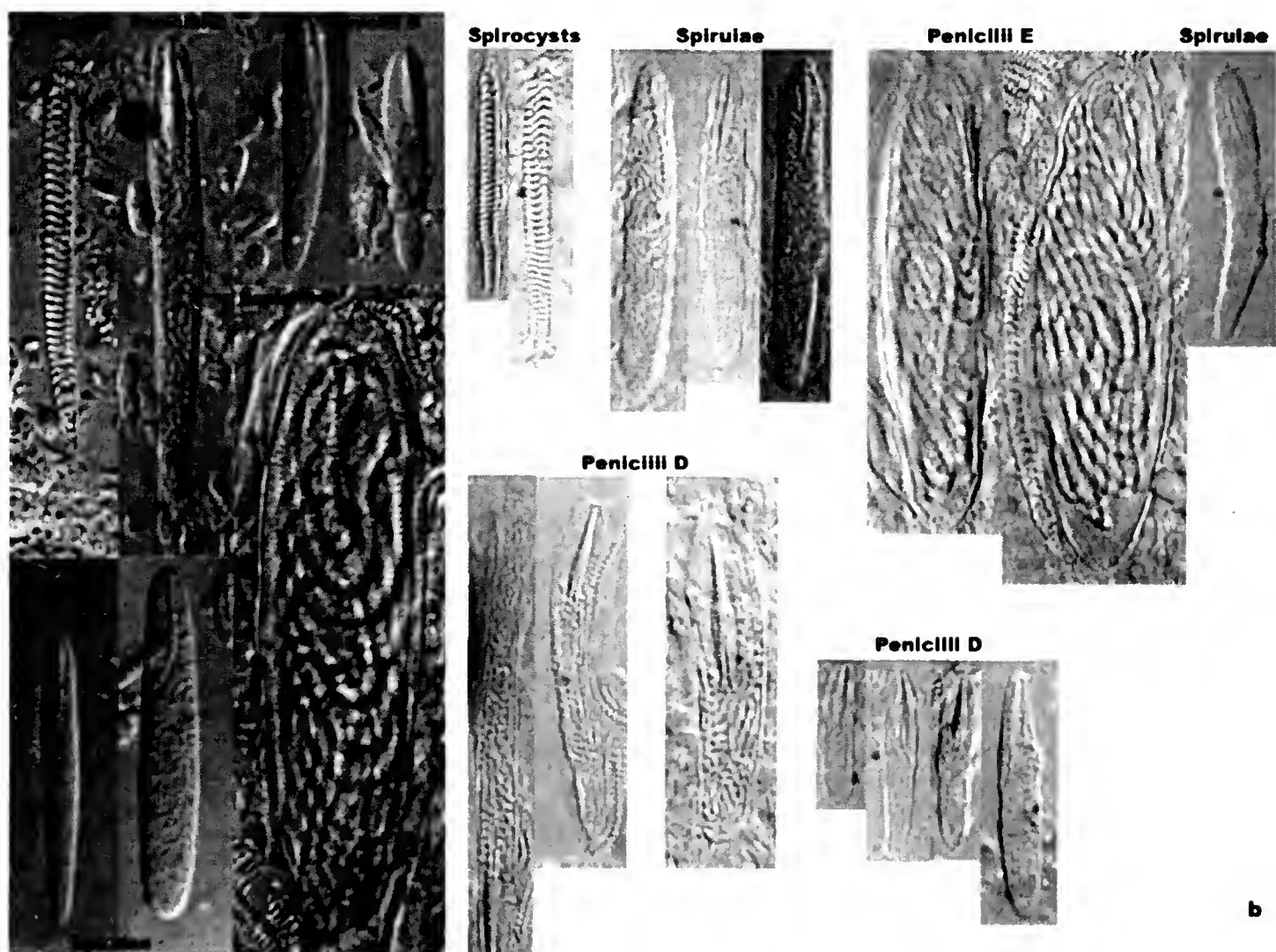


**Fig. 3.-** Main *Pseudocorynactis* features and characteristics. a) histological section of the *Pseudocorynactis caribbeorum* acrosphere (scale bar: 40mm); b) histological section of the *P. caribbeorum* stalk (scale bar: 250mm); c) histological section of the pharynx furrows in *P. caribbeorum* (scale bar: 250mm); d) histological section of the sphincter in *P. caribbeorum* (scale bar: 250mm); e) *Pseudocorynactis globulifera* with the typical tentacle stalk of the genus; f) parietobasilar ridges in *P. globulifera* mesenteries; g) parietobasilar ridges in *Pseudocorynactis tuberculata* mesenteries. Images were taken from den HARTOG *et al.* (1993) (a-d) and OCAÑA *et al.* (2010) (e-g); concerning to images e-g, measurements of the samples should be consulted in OCAÑA *et al.* (2010).

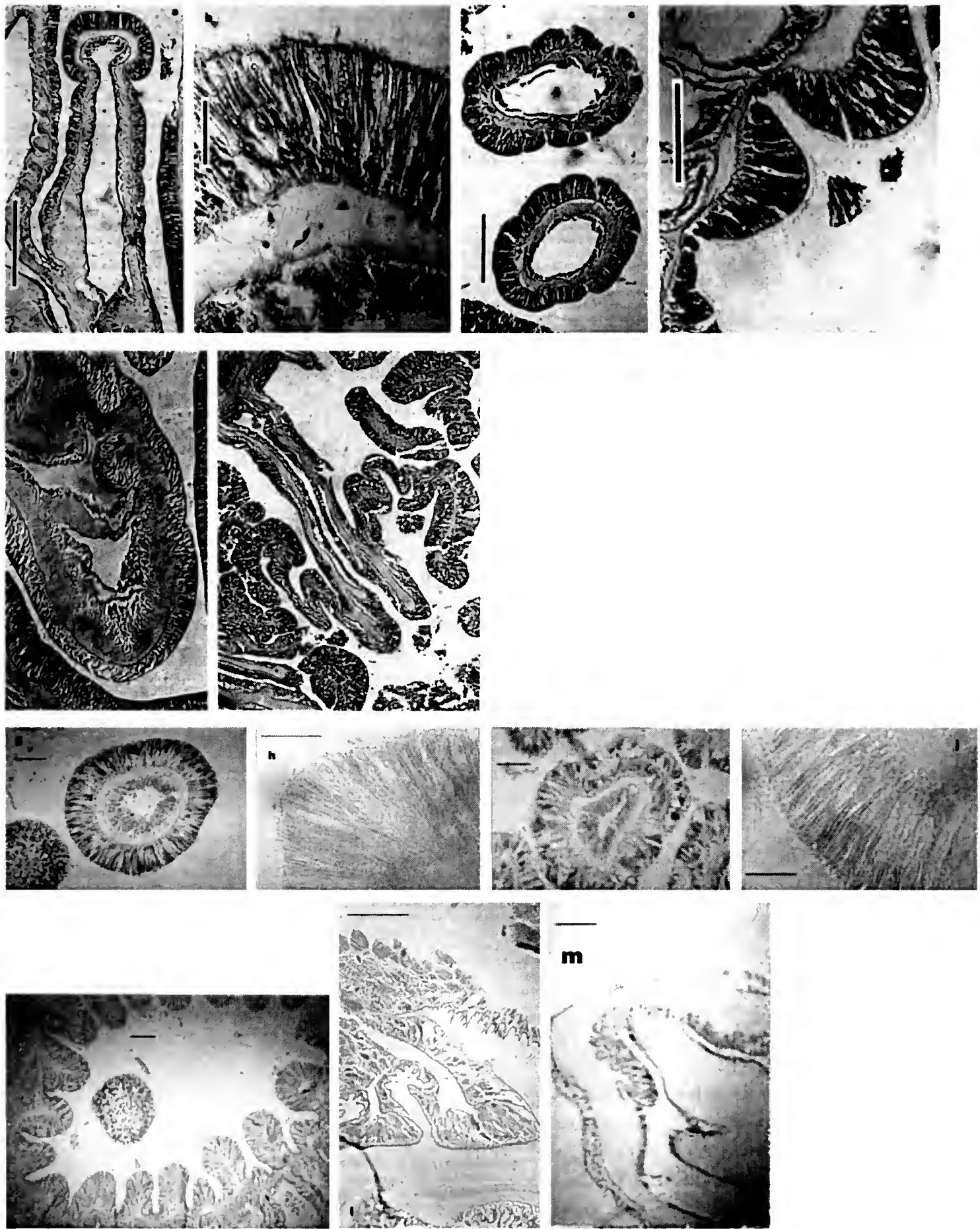
and retractile; acrospheres extremely well developed (very prominent); stalk highly extendible (more than the column length). From the histological and microanatomical point of view, the stalk presents strong developed ectodermal longitudinal musculature supported by conspicuous, brushlike mesogloal processes. Two faintly indicated, though not histologically differentiated siphonoglyphs; Pharynx with distinct narrow projecting mesogloal lamellae and numerous folds equalling the mesenteries in number and situated in direct line with them. Enlarged endodermic sphincter concentrated in the upper part of the column. All mesenteries perfect and fertile, provided with very distinct short, often rounded, mesogloal parietal ridges; weak retractors only visible under histological sections. Cnidom: there are large elliptical penicilli E (length < 200  $\mu\text{m}$ ), large homotrachs and big special spirocysts (length > 100  $\mu\text{m}$ ) in the acrospheres, showing the high development of the acrospheres; nematocysts absent from the stalk.

*Corynactis* (see ALLMAN, 1846; den HARTOG, 1980; den HARTOG *et al.*, 2003; OCAÑA, 2003)

Emended diagnosis of the genus: small gregarious forms. Body variable in shape, when fully expanded often wide trumpet-shaped, mammiform when retracted. Base rarely exceeding 1 cm in diameter. The oral disc and the tentacles can easily be withdrawn into the column (see den Hartog, 1980 figs. 1-4; see den Hartog *et al.*, 1993: figs. 16-25; Ocaña,



**Fig. 4.-** *Corynactis* nematocysts. a) cnidom from tentacles of *Corynactis viridis*; b) cnidom from tentacles of *Corynactis denhartogi*. Image “a” were taken from den Hartog *et al.* (1993) and “b” from OCAÑA (2003). Measurements of all the images should be consulted in those papers mentioned above.



**Fig. 5.-** Main *Corynactis* features and characteristics. a) general histological section from acrosphere and stalk of *Corynactis viridis*; b) acrosphere cross section of *C. viridis*; c) stalk cross section of *C. viridis*; d) histological section from pharynx furrows of *C. viridis*; e) endodermic sphincter with the typical pennon of *C. viridis*; f) retractor musculature from *C. viridis* (images “a, c, e, f”, scale bars 250mm; “b”, scale bar 25mm; “d” scale bar 100mm); g) acrosphere cross section of *Corynactis denhartogi*; h) close up; i) stalk cross section of *C. denhartogi*; j) close up; k) pharynx furrows of *C. denhartogi*; l) *C. denhartogi* retractors; m) endodermic sphincter with the typical pennon of *C. denhartogi* (images “g, k”, scale bars 100mm; “h” scale bar 50mm; “i” scale bar 75mm; “j” scale bar 25mm; “l, m”, scale bars 150mm). Images a-f were taken from den HARTOG *et al.* (1993), images g-m were taken from OCAÑA (2003).

2003: fig. 2). Tentacles, ectamaceous, motile and retractile but with moderate extension capability, acrospheres well developed but not very prominent and no so much thicker (ectoderm length < 125 mm) and differentiated from the stalk (den Hartog et al., 1993: 11, figs. 12, 13; Ocaña, 2003: 261). Tentacular musculature is weak but firmly adhered to the mesogloea. Pharynx with well-developed longitudinal endodermal ridges supported by a slightly thickened mesogloea, number of these ridges considerably less than number of mesenteries connected with the stomodaeal wall. Low developed siphonoglyph may be present. Well-developed enlarged endodermic sphincter with a strong branched pennon in its first part. There are perfect and imperfect mesenteries, no mesogloal ridges or parietobasilar muscle; conspicuous restricted retractor muscle forming mesogloal pennons and different morphologies. Cnidom: there are large oval penicilli E (length < 100 mm), typical spirocysts (length < 100 µm) in the acrospheres; nematocysts present from the stalk.

### 3. ACKNOWLEDGEMENTS

Ron Ates encouraged me to re-establish the genus *Pseudocorynactis*, I thank him his perseverance and I hope he can excuse my lateness to produce an appropriate answer. After all, I was waiting for a Fautin's rectification, regarding the paper printed in 2011, but it never came.

### 4. BIBLIOGRAPHY

- BOS, A. R., B. MUELLER & G. GUMANAO. 2011. Feeding biology and symbiotic relationships of the Corallimorpharian *Paracorynactis hoplites* (Anthozoa: Hexacorallia). *The Raffles Bulletin of Zoology*, 59 (2): 245-250.
- CAIRNS, S. D., L. A. GERSHWIN, F. J. BROOK, P. PUGH, E. W. DAWSON, O. OCAÑA, W. VERVOORT, G. WILLIAMS, J. E. WATSON, D. M. OPRESKO, P. SCHUCHERT, P. M. HINE, D. P. GORDON, H. J. CAMPBELL, A. J. WRIGHT, J. A. SÁNCHEZ & D. G. FAUTIN. 2009. Phylum Cnidaria: corals, medusae, hydroids, myxozoans. In Gordon, D. P. (Ed), *New Zealand Inventory of Biodiversity: Volum I. Kingdom Animalia: Radiata, Lophotrochozoa, Deuterostomia*. Canterbury Press, Christchurch, pp. 59-101.
- FAUTIN, G. D. 2011. *Corallimorphus niwa* new species (Cnidaria: Anthozoa), New Zealand members of *Corallimorphus*, and redefinition of Corallimorphidae and its members. *Zootaxa*, 2775: 37-49.
- HARTOG, J.C. den, 1980. Caribbean shallow water Corallimorpharia. *Zoologische Verhandelingen*, 176: 1-83.
- HARTOG, J.C. den, O. OCAÑA & A. BRITO. 1993. Corallimorpharia collected during the CANCAP expeditions (1976-1986) in the south-eastern part of the North Atlantic. *Zoologische Verhandelingen*, 282: 1-76.
- OCAÑA, O. 2003. *Corynactis denhartogi* (Anthozoa: Corallimorpharia) a new species of soft hexacoral from New Zealand waters. *Zoologische Verhandelingen*, 345: 257-268.

OCAÑA, O., J.C. DEN HARTOG, A. BRITO & A. R. BOS. 2010. On *Pseudocorynactis* species and another related genus from the Indo-Pacific (Anthozoa: Corallimorphidae). *Revista Academia Canaria Ciencias*, 21 (3-4): 9-34.

WICKEL, J., M. PINAULT, R. GARNIER & A. R. BOS. 2016. The corallimorpharian *Paracorynactis hoplites* feeds on the sea star *Choriaster granulatus* in the western Indian ocean. *Marine Biodiversity*. DOI 10.1007/s12526-016-0461-x.

**Fecha de recepción:** 15 de marzo de 2017 / **Fecha de aceptación:** 3 de abril de 2017

## Nota sobre dos especies del género *Elysia* Risso, 1818 (Mollusca: Sacoglossa) en las islas de Cabo Verde

Ortea, J.<sup>1</sup>, L. Moro<sup>2</sup> & J.J. Bacallado<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Depto. BOS. Univ. de Oviedo, Calle de la Libertad nº 8, 33180, Noreña, Asturias, España

<sup>2</sup> Edificio de Usos Múltiples I, Av. Anaga nº 35, Pl. 11, 38071, S/C de Tenerife, islas Canarias

<sup>3</sup> Museo de Ciencias Naturales, C/ Fuente Morales, s/n. Apdo. 853. S/C de Tenerife, islas Canarias  
Autor para la correspondencia: lmoraba3@gmail.com

### RESUMEN

A partir de ejemplares de la isla de Sal (Cabo Verde), colectados vivos en una pequeña campaña desarrollada en enero de 2015, se aportan nuevos datos anatómicos sobre dos especies del género *Elysia* Risso, 1818, una de ellas, *Elysia cauze* Marcus, 1957, citada previamente en el archipiélago.

**Palabras clave:** Mollusca, Sacoglossa, *Elysia*, nuevos registros, Cabo Verde, oeste de África.

### ABSTRACT

New anatomical data about two species of the genus *Elysia* Risso, 1818 are provided, collected live during a small trip carried out in January 2015 on the island of Sal, Cabo Verde Islands; one of them, *Elysia cauze* Marcus, 1957, previously cited in the archipelago.

**Key words** Mollusca, Sacoglossa, *Elysia*, new records, Cabo Verde Island, West Africa.

### 1. INTRODUCCIÓN

Nuestra labor investigadora sobre las especies del género *Elysia* Risso, 1818, en las costas de África comienza en el año 1981, con las primeras referencias al género en las islas Canarias (ORTEA, 1981); archipiélago donde se han registrado hasta la fecha 7 especies (MORO, 2015), de las cuales sólo una resultó ser nueva para la ciencia *Elysia manriquei* Ortea & Moro, 2009, con su localidad tipo Lanzarote.

En el conjunto de las principales publicaciones que hemos realizado sobre la taxonomía del género en el Atlántico Este (ORTEA, 1981; ORTEA, MORO & ESPINOSA, 1997; ORTEA, MORO, BACALLADO & ESPINOSA, 1998; ORTEA & MORO, 2009; ORTEA, CABALLER, MORO & ESPINOSA, 2005) sólo en ORTEA *et al.* (1997), se es-

tudian especies de las islas de Cabo Verde, *E. timida* (Risso, 1818) y *E. cauze* Marcus, 1957, aportando datos sobre su arquitectura radular y fotografías de los animales vivos y recuperando el nombre *Elysia margaritae* Fez, 1962, por tener prioridad sobre *Elysia gordanae* Thompson & Jaklin, 1988. En la discusión de esta última, THOMPSON & JAKLIN (1988) asocian *E. margaritae* Fez, 1962 con *E. timida*, la consideran sinónima y dejan libre el taxón para describir *E. gordanae* como nueva, siendo *E. margaritae* y *E. timida* dos especies bien distintas; lo que ha dado lugar a que se considere *E. margarita* un *taxon inquirendum* por aquellos autores que asocian los ejemplares del levante español con *E. gordanae*, cuya localidad tipo está en el mar Adriático (Uvala Kuvi, Croacia).

## 2. SISTEMÁTICA

Orden SACOGLOSSA Von Ihering, 1876

Familia PLAKOBRANCHIDAE Rang, 1829

Género *Elysia* Risso, 1818.

*Elysia viridis* (Montagu 1804)

(Lámina 1)

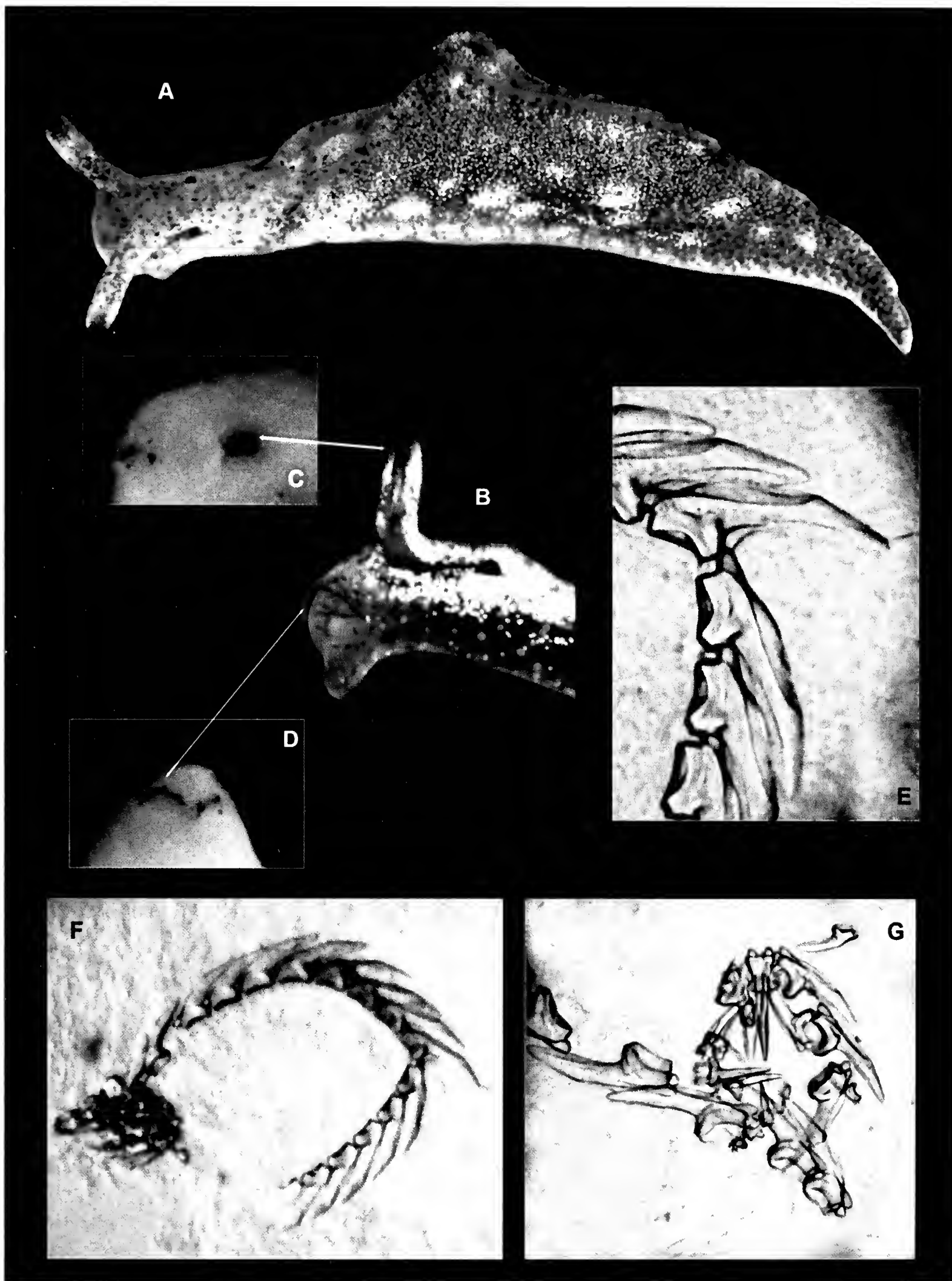
**Material examinado:** Serra Negra, isla de Sal, Cabo Verde, un ejemplar de 6-8 mm en vivo, 3'5 mm fijado, colectado (29.01.2015) entre las algas del litoral rocoso a 1m de profundidad.

**Observaciones:** De las dos formas cromáticas de *Elysia viridis* de Temara (Marruecos) que se ilustran en PRUVOT-FOL (1951, Pl. III, figs 40-41), nuestro ejemplar de Cabo Verde parece estar más relacionado con la forma clara e incluso con el morfo que hemos colectado en Dakhla (MORO, OCAÑA & ORTEA, 2017), aunque tiene una coloración bien diferenciada de todas ellas por ser blanco el color de fondo del cuerpo (lámina 1A), con una densidad de puntos verdes en el manto menor que la de puntos naranjas, especialmente en la porción anterior del mismo: nuca, cabeza, rinoforos, área renopericárdica y cara interior de los parapodios; la papila anal es más amplia y algo lobulada, distinta a la que hemos observado en otras poblaciones africanas (MORO *et al.*, 2017) y hay una mancha negra alrededor de la abertura anal, en el animal fijado, que incluye los orificios genitales y que no hemos observado en ejemplares de otras localidades. Los lóbulos del morro, en su parte inferior, tienen puntos negros alineados (lámina 1D); el ápice de los rinoforos es azulado por dentro y se conserva como negro en el ejemplar fijado (lámina 1C), cuyo cuerpo es completamente blanco, exceptuando los puntos y manchas negras citadas.

A pesar de que la coloración en vivo y el aspecto del animal fijado indicaban que se podría tratar de un taxón diferente de *E. viridis*, su rádula, con algunas diferencias, es la característica de esta especie por lo que, y ante la falta de material para un estudio más detallado, optamos por determinarla como *E. viridis*.

En el único ejemplar colectado (3'5 mm fijado), la rádula (lámina 1F) presentó sólo 5 dientes (más 1 en desarrollo) en la serie ascendente y 8 (más dos en migración al asca) en la descendente, frente a 7 y 11 en otras poblaciones para esa talla, y unos 24 dientes en el asca, de los cuales 4 llegan desde la serie descendente rotando sobre su eje principal (lá-





**Lámina 1.**- Ejemplar de *E. viridis* de la isla de Sal (A), Cabo Verde y detalle de la cabeza (B), donde se resalta el aspecto de la pigmentación de la punta de los rinóforos (C) y de los lóbulos orales (D) en los ejemplares fijados. Rádula (F) de un ejemplar, de 3'5 mm fijado, y detalles del diente funcional y último ascendente (E) y del asca (G), donde se puede seguir un orden por el tamaño de los dientes, a pesar de la anarquía de la misma.

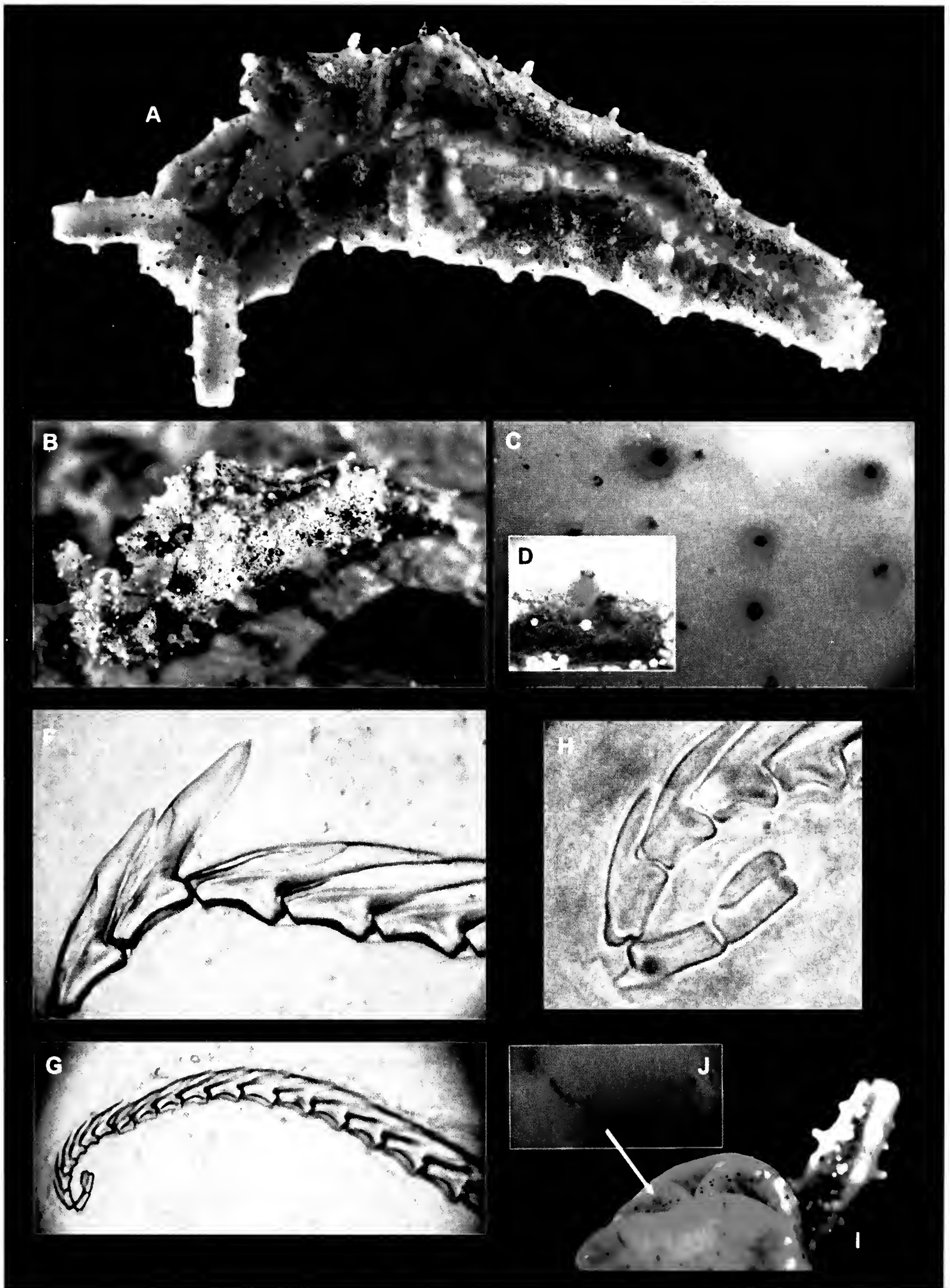
mina 1G). Todos los dientes de los limbos miden 110 micras y tienen dentículos diminutos en el borde de la cuchilla, que sólo se observan a gran aumento; además, en cada diente hay dos robustos salientes posteriores (lámina 1G) que separan dientes sucesivos. El tamaño de los dientes en el asca varía desde 100 hasta 20  $\mu\text{m}$ , siendo posible apreciar una línea decreciente de tamaños (lámina 1G) que sigue la espiral de un muelle (helicoide); el diente más pequeño midió 10  $\mu\text{m}$  de base y otras 10  $\mu\text{m}$  de gancho. Los pronunciados salientes posteriores son un carácter diferencial frente a los animales de Cabo Espartel (Marruecos) pero no en comparación con los de Dakhla (MORO *et al.*, 2017), la población más cercana de la especie, donde también son muy marcados.

***Elysia cauze* Marcus, 1957**  
(Láminas 2-4)

**Material examinado:** Murdeira, Sal, 1 ex de 4 mm fijado colectado (29.4.1988) entre las algas; Palmeira, Sal, 3 exx de 6-10 mm, colectados (9.3.98) sobre *Caulerpa mexicana* a -1 m; Sur de Serra Negra, isla de Sal, 18 marzo, un ejemplar de 6-8 mm en vivo, 4 mm fijado, colectado (29.1.2015) emergente de una muestra de algas a -0'5m.

**Otro material examinado:** Punta del Hidalgo, Tenerife, dos ejemplares colectados en junio de 1995 y abril de 1998 en la zona de mareas. Majanicho, Corralejo, Fuerteventura, un ejemplar de 21 mm fijado, colectado (8.9.1996), con el aspecto externo y una distribución de los vasos del manto (lámina 4F-G). Arrecife, Lanzarote, dos ejemplares colectados (15.10.2012) en formaciones de *Halimeda discoidea*, uno de ellos juvenil (2 mm). Numerosas localidades de Cuba, donde se colectó por primera vez en Cayos Boca de Alonso (20.4.84); siempre en *Caulerpa* y con más frecuencia en *C. racemosa*. Petit Cul de Sac Marin, Guadalupe, mayo de 2012, un ejemplar en algas a -6 m. Martinica, localidad tipo de *Elysia zemi*, dos ejemplares de 21 y 3 mm fijados colectados (19.9.2016) sobre *C. sertularioides* a -0'5 m.

**Observaciones:** Además de la forma del cuerpo, su coloración y las papilas cónicas y mamilares del manto (lámina 2 A-B), hay un carácter, muy distintivo de la especie, bien definido por MARCUS (1957) en la descripción original, la existencia de células glandulares gigantes dispersas por la epidermis, con una vacuola voluminosa conteniendo gránulos amarillos (lámina 2 C-D), reconocibles por el anillo negro superficial alrededor de la abertura glandular (*Scattered giant gland cells lie on the outer side of the parapodia. They are about 0'24 mm long and 0'4 mm in diameter, have a long nucleus at the base and a voluminous vacuole containing yellow granules, their orifices are recognizable as black rings*). Pese a la singularidad del carácter, VALDÉS (2005), en contra de la opinión de ORTEA, MORO & ESPINOSA (1997), identificó esta especie en Cabo Verde como *Elysia subornata* Verrill, 1901, un taxón con desarrollo directo de las Bermudas (STERRER, 1985), sinonimia que mantienen KRUG *et al.* (2016) sobre *E. cauze* Marcus, 1957, del Caribe. Así, una vez sinonimizado el taxón e ignorado el nombre de la especie de Marcus, es descrita como *Elysia zemi* Krug, Vendetti & Valdés, 2016, con localidad tipo en Martinica. Sin embargo, todos los ejemplares colectados en la localidad tipo de *E. zemi*, durante la expedición Madibenthos, del MNHN, París, incluidos los de tallas superior e inferior a los de la serie tipo (Lamina 4A y 4D) tienen las características glándulas amarillas del manto de *E.*



**Lámina 2.-** Ejemplar de *E. cauze* de Cabo Verde (A-B): aspecto de las vacuolas en vivo (D) y tras la fijación (C). Rádula de un ejemplar de 4 mm fijado de Serra, Negra, isla de Sal: Diente funcional y último ascendente (E), últimos dientes descendentes, previos al Asca (F). Asca y dientes en su interior (H). Detalle de puntos negros en los bordes del morro en vivo (I) y en animales fijados (J).

*cauze* (lamina 4C) y el mismo tipo de asca radular, cuya estructura no es posible observar bien en las figuras al SEM que aportan KRUG *et al.* (2016), las cuales llegan a parecer que son de dos especies diferentes. Con el paso del tiempo, resulta obvio que los líquidos fijadores pueden hacer que el color amarillo de las glándulas desaparezca, aunque en los ejemplares de Martinica se conserva un año después y también se aprecian en un caso extremo en nuestra colección, en el primer ejemplar de *E. cauze* colectado en Corralejo, Fuerteventura, en 1996, (lamina 4F-G), cuya rigidez y aspecto externo son típicos de *E. zemi*.

La rádula de *E. cauze* también es característica; MARCUS (1957) no precisa las dimensiones del animal del que la obtuvo, pero indica para sus 5 ejemplares un tamaño máximo de 30-40 mm en vivo, (27 mm fijados), mucho mayores que los nuestros (10 mm máximo); la rádula que describe tenía 37 dientes, 5 en el limbo dorsal (ascendente), con el diente más joven de 320  $\mu\text{m}$  y el más viejo con apenas 25  $\mu\text{m}$ . Existiendo dentículos en el borde cortante de unas 2-3  $\mu\text{m}$  y no describe asca. La rádula descrita en ORTEA *et al.* (1997, fig. 2) de un ejemplar de 8 mm vivo (revisada de nuevo en la colección de los autores), presentó 5 dientes ascendentes de unas 130  $\mu\text{m}$  y tan solo 12 descendentes, aunque la preparación tenía la rádula fracturada al final del limbo descendente; las diferencias en el tamaño son explicables por el menor tamaño de los ejemplares de Cabo Verde (1/3 de los del Brasil), pero los dientes tienen la misma forma y la rádula idéntica arquitectura.

Estudiada una nueva rádula, de un ejemplar de 4 mm fijado colectado en enero de 2015 (lámina 1 A-B), el número de dientes es más afín al descrito por MARCUS (1957), con un total de 32 dientes, 5 ascendentes (1 en formación), 23 descendentes y 3 en el asca (lámina 2H); los mayores dientes son los de la serie ascendente y el funcional (125  $\mu\text{m}$ ); el tamaño decrece de forma progresiva en a la serie descendente: 115  $\mu\text{m}$  el 3º, 80  $\mu\text{m}$  el 4º y....25  $\mu\text{m}$  el nº 23, el último con el gancho visible. En los mayores dientes se pueden apreciar pequeños dentículos en el borde cortante de la cuchilla.

Todos los ejemplares colectados tenían una hilera de 8-11 puntos negros en los bordes del morro (lámina 2 I-J) y un anillo de puntos rodeando a la boca por el interior; la suela del pie estaba bien separada de la parapodial y su forma era rectangular, con los laterales del borde anterior angulosos. El área pericárdica estaba manchada de blanco níveo en su porción globosa anterior y era verde en su porción alargada posterior. Otras características morfológicas de los animales vivos de Cabo Verde se pueden ver en ORTEA *et al.* (1997). En la lámina 3 A-D se incluyen las variaciones externas más extremas observadas en ejemplares de Canarias y el aspecto de los juveniles (lámina 3-E). En ORTEA, MORO, BACALLADO & CABALLER (2014) se publicaron detalles de la puesta y de los vasos de manto, a partir de animales fijados colectados en el litoral de La Habana, Cuba. La mancha oscura (rojiza a negra) que hay en la nuca y las manchas de igual color en el hombro de los parapodios, son características en los animales de Canarias y Cabo Verde y también están presentes en los ejemplares de Martinica utilizados en la descripción original de *Elysia zemi*, una sinonimia de *E. cauze*.

De acuerdo con lo que hemos discutido anteriormente y dada la extensa distribución geográfica de *E. cauze* (datos propios) que incluye todo el Caribe, Brasil, islas Canarias y de Cabo Verde, nada excluye que en el futuro se pueda demostrar la sinonimia de *E. pawliki* de Bahamas con *E. cauze* por las mismas razones que hemos argumentado para sinonimizar *E. zemi* de Martinica. Las diferencias genéticas observadas hasta ahora entre *E. pawliki* y *E. zemi* (KRUG *et al.*, 2016) realizadas sobre especímenes de Bahamas y Mar-

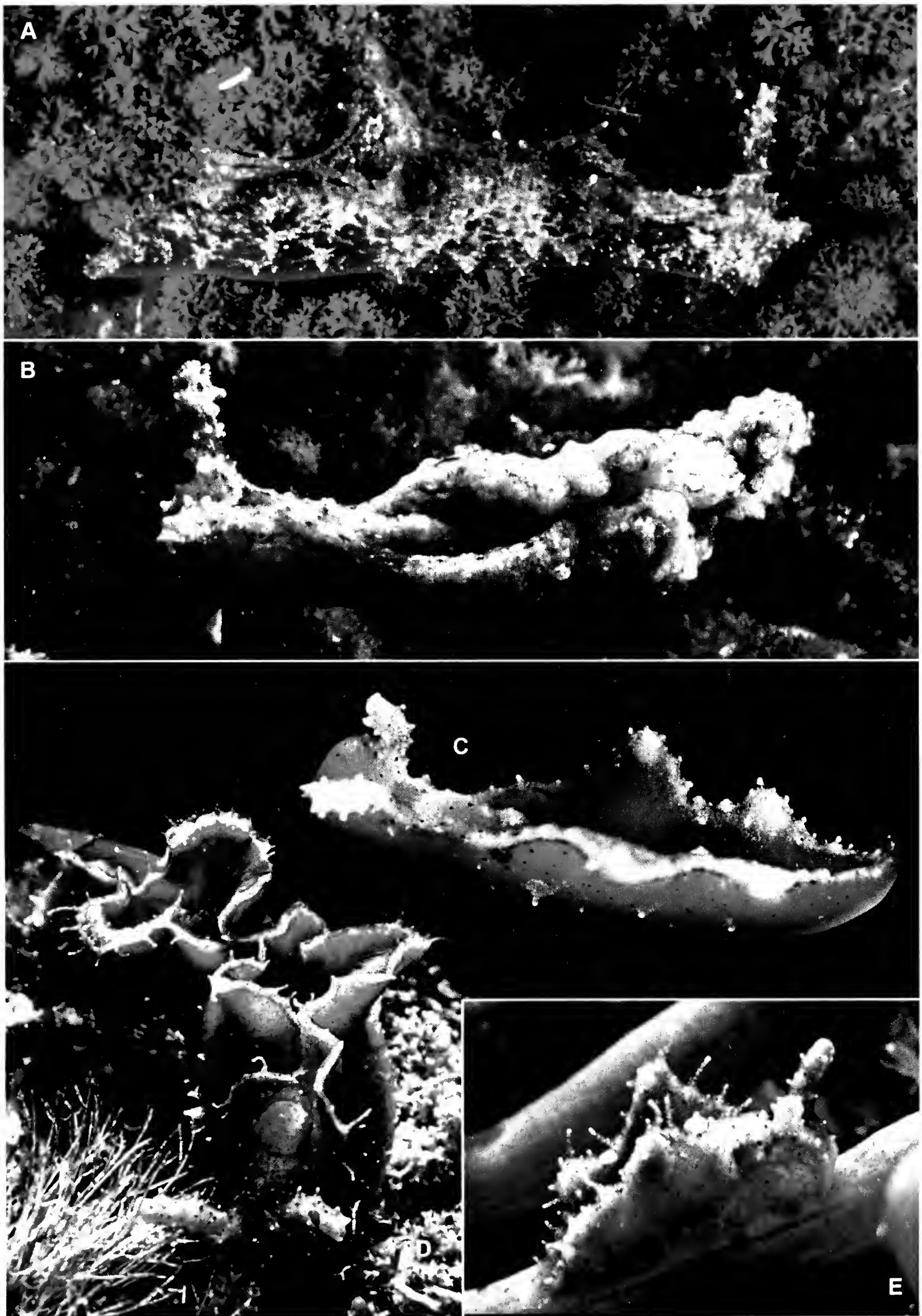
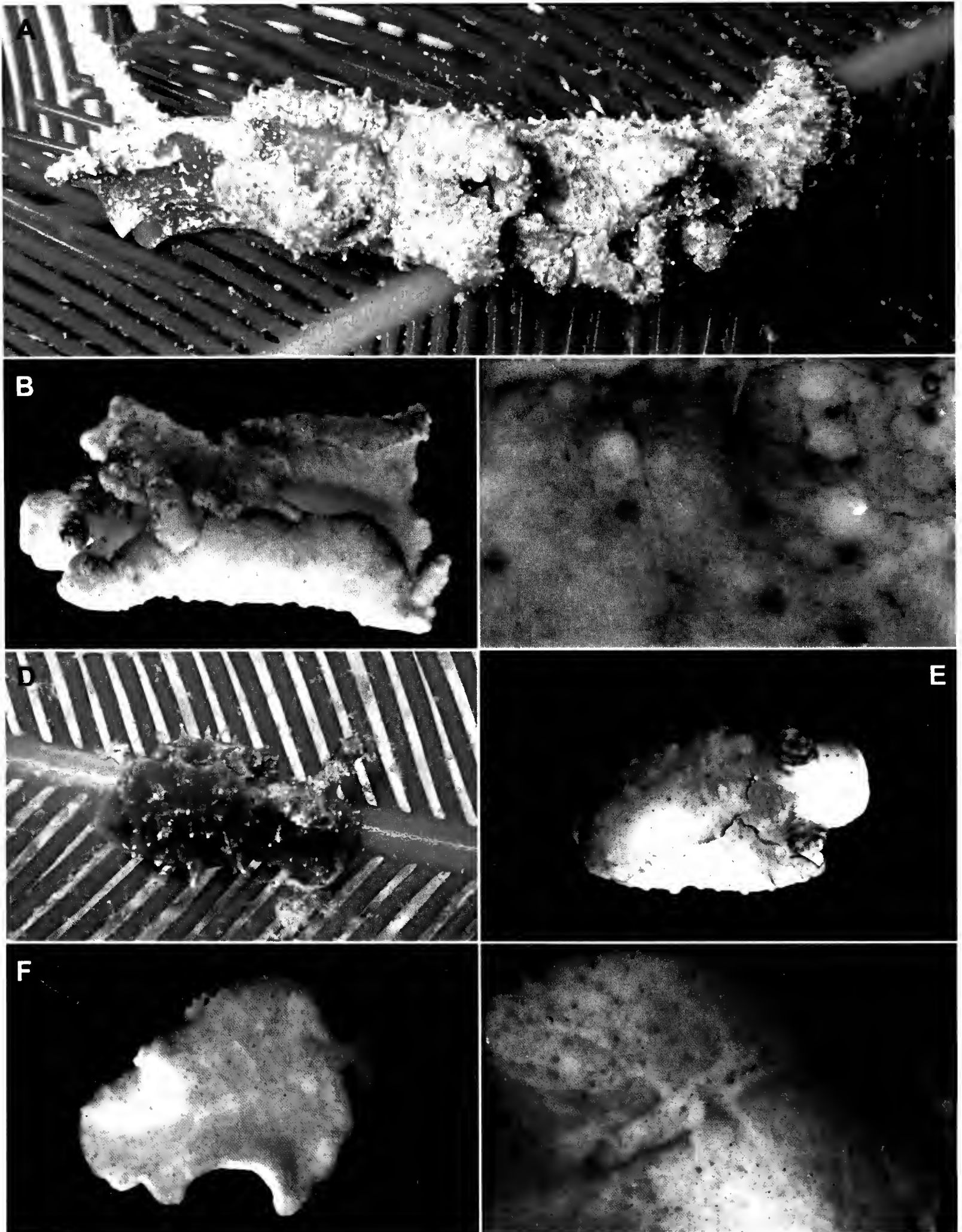


Lámina 3.- Ejemplos de la variabilidad de *E. cauze* en las islas Canarias (A-D) y aspecto de un juvenil (E).



**Lámina 4.-** Ejemplar de *E. cauze* de Martinica de 21 mm vivo (A) y conservado (B), con detalles de las glándulas amarillas del manto (C). Ejemplar de *E. cauze* de Martinica de 3 mm vivo (D) y conservado (E). Aspecto de un ejemplar de *E. cauze* de Lanzarote (Islas Canarias) conservado desde 1996 (F-G).

tinica, localidades separadas más de 2.000 km pueden entrar en el rango de variabilidad de las poblaciones de *E. cauze*, solo hace falta que sea establecida a partir de material colectado y determinado por taxónomos cualificados.

En cualquier caso, éste no deja de ser un ejemplo más de como la taxonomía gráfica demuestra que la taxonomía molecular genera incertidumbre y cierta indefensión sobre la taxonomía clásica, basada en la morfología, ya que sus resultados sólo pueden ser contrastados o rebatidos mediante estudios moleculares, cuyo coste no siempre es asumible por los taxónomos.

## AGRADECIMIENTOS

Nuestro más sincero agradecimiento al profesor Rui Freitas, de la Universidad de Cabo Verde, y a sus alumnos marmelos, Jessica, Paulo y Stivem, por su colaboración en las colectas realizadas en Sao Vicente. Asimismo, agradecemos a Armindo Santos Cruz su hospitalidad y a Livinio de Jesús Tavares su inestimable ayuda en la logística del buceo.

El material de Martinica fue colectado durante la expedición Madibenthos del MNHN, Paris; las fotos de los animales vivos de Martinica son obra de Yan Buske.

## BIBLIOGRAFÍA

- FEZ, S. de 1962. Dos nuevos Ascoglosos y un *Doto* en el puerto de Valencia. *Boletín Real Sociedad Española de Historia Natural*, (B): 60: 105-112.
- FEZ, S. de 1974. *Ascoglosos y Nudibranquios de España y Portugal*. Diputación Provincial de Valencia CSIC. 325 pp.
- KRUG, P., J. VENDETTI, & A. VALDÉS, 2016. Molecular and morphological systematics of *Elysia* Risso, 1818 (Heterobranchia: Sacoglossa) from the Caribbean region. *Zootaxa*, 4148 (1): 1-137.
- MARCUS, Er. 1957. On Opisthobranchia from Brazil. *Zoological Journal of the Linnean Society*. 43 (292): 390-486.
- MORO, L. 2015. *Moluscos opistobranquios bentónicos de las islas Canarias y su entorno*. Tesis Doctoral. Universidad de La Laguna. 448 págs.
- ORTEA, J. 1981, Moluscos Opistobranquios de las islas Canarias. Primera parte Ascoglosos. *Boletín Instituto Español de Oceanografía*, 6 (327): 180-199.
- ORTEA, J., M. CABALLER, L. MORO & J. ESPINOSA. 2005 *Elysia papillosa* Verrill, 1901 y *Elysia patina* Marcus, 1980, (Mollusca: Sacoglossa: Elysiidae) dos nombres para cuatro especies. *Vieraea*, 33, 495-514.
- ORTEA, J. & L. MORO. 2009- Descripción de una nueva especie del género *Elysia* Risso, 1818 (Mollusca: Sacoglossa) recolectada en las islas Canarias, nombrada en honor de César Manrique. *Vieraea*, 37, 91-98.
- ORTEA, J., L. MORO, & J. J. BACALLADO. 1996. Sacoglossan (=Ascoglossan) (Mollusca, Opisthobranchia) from the Canary islands. *II International Symposium on Fauna and Flora of Atlantic Island*. Las Palmas de Gran Canaria.

- ORTEA, J., L. MORO, J. J. BACALLADO & J. ESPINOSA. 1998. Catálogo abreviado de las especies del Orden Sacoglossa (Mollusca, Opisthobranchia) de las islas Canarias y de Cabo Verde. *Revista de la Academia Canaria de Ciencias*, 10 (4): 85-96.
- ORTEA, J., L. MORO, J. J. BACALLADO & M. CABALLER. 2014. Música y Naturaleza, descripción de dos especies nuevas de babosas marinas (Mollusca, Gastropoda) colectadas *Entre dos aguas*, Algeciras y Cancún, nombradas en honor de Paco de Lucía y su obra. *Revista de la Academia Canaria de Ciencias*, XXVI: 281-292.
- ORTEA, J., L. MORO, & J. ESPINOSA. 1997. Nuevos datos sobre el género *Elysia* Risso, 1818 (Opisthobranchia: Sacoglossa) en el Atlántico. *Revista de la Academia Canaria de Ciencias*, 9, 141-155.
- STERRER, W. 1985. *Marine Fauna and Flora of Bermudas*. John Wiley & Sons, 742 pp.
- THOMPSON, T. E. & A. JAKLIN, 1988. Eastern Mediterranean Opisthobranchia; Elysiasae (Sacoglossa = Ascoglossa). *Journal Molluscan Studies*, 54: 59-69.
- VALDÉS, A. 2005. Subclass Opisthobranchia *s. l.* In Rolán: *Malacological Fauna from the Cape Verde Archipelago*. ConchBooks, pp 201-248, fig 922-1069.



## New records of Actinopterygian fishes from the Canary Islands: tropicalization as the most important driving force increasing fish diversity

Brito, A.<sup>1</sup>, S. Moreno-Borges<sup>1</sup>, A. Escáñez<sup>1,2</sup>, J.M. Falcón<sup>1</sup>, & R. Herrera<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Biología Animal, Edafología y Geología. Avenida Astrofísico Francisco Sánchez, s/n San Cristóbal de La Laguna. S/C de Tenerife, Canary Islands, Spain

<sup>2</sup> Departamento de Ecoloxía e Bioloxía Animal, Edificio de Ciencias Experimentais Campus As Lagoas Marcosende, Universidade de Vigo, 36310 Vigo, Spain

<sup>3</sup> Servicio de Biodiversidad, Viceconsejería de Medio Ambiente del Gobierno de Canarias Edificio de Servicios Múltiples II (5º planta). Agustín Millares Carló, 18 35071, Las Palmas de Gran Canaria, Canary Islands, Spain

Autor de correspondencia: abrito@ull.es

### ABSTRACT

The presence of several actinopterygians species are reported based mainly on photographic documents taken in various islands. Three tropical origin species are recorded for the first time from the Canary Islands: *Uraspis secunda*, *Cubiceps capensis* and *Cantherines macrocerus*. Also, the thermophilic *Psettodes* cf. *bennettii* and the Macaronesian anguilliform, *Paraconger* cf. *macrops* are tentatively recorded for the first time. In addition, the distribution range into the Canary archipelago of two previously established non-native tropical species, *Hippocampus algiricus* and *Microlipophrys velifer*, is extended. The cases of thermophilic species seem to respond to natural range spreading processes, probably related to the sea water warming in the Atlantic, while *P. macrops* has probably passed unnoticed until now. Biogeographic data are also included.

**Key words:** actinopterygians, new records, *Uraspis secunda*, *Psettodes* cf. *bennettii*, *Cubiceps capensis*, *Paraconger* cf. *macrops*, *Microlipophrys velifer*, *Hippocampus algiricus* and *Cantherines macrocerus*.

### RESUMEN

Se estudia la presencia en Canarias de varias especies de peces actinopterigios en base, fundamentalmente, a fotografías realizadas en diferentes islas. Se registra por primera vez la presencia de tres especies de origen tropical: *Uraspis secunda*, *Cubiceps capensis* y *Cantherines macrocerus*. También se registran tentativamente por primera vez el pleuronectiforme termófilo *Psettodes* cf. *bennettii* y el anguiliforme de distribución maca-

ronésica *Paraconger* cf. *macrops*. Además, se amplía el rango de distribución insular e interinsular de otras dos especies tropicales establecidas en una de las islas desde hace años: *Hippocampus algiricus* y *Microlipophrys velifer*. En el caso de las especies termófilas parece tratarse de procesos de expansión natural de las áreas de distribución, mientras que la especie macaronésica puede haber pasado desapercibida en estudios anteriores. Se aportan también datos biogeográficos.

**Palabras clave:** actinopterigios, nuevas citas, *Uraspis secunda*, *Psettodes* cf. *bennettii*, *Cubiceps capensis*, *Paraconger* cf. *macrops*, *Microlipophrys velifer*, *Hippocampus algiricus* y *Cantherines macrocerus*.

## 1. INTRODUCTION

The littoral ichthyofauna from the Canary Islands has experienced an obvious tropicalization process since the late 80s, but particularly since the 90s, resulting in the occurrence of a great number of thermophilic species of tropical origin (BRITO *et al.*, 2002, 2005, 2007, 2011; BRITO & FALCÓN, 2007; MARSHALL *et al.*, 2009; WIENERROITHER *et al.*, 2009; ESCÁNEZ & BRITO, 2011; ESPINO *et al.*, 2014; GARCÍA-MEDEROS & TUSET, 2014; ALMÓN *et al.*, 2014; TRIAY-PORTELLA *et al.*, 2015; FALCÓN, 2015; FALCÓN *et al.*, 2015; ESPINO *et al.*, 2015 a; OTERO-FERRER *et al.*, 2015; PAJUELO *et al.*, 2016). Most of the fishes recorded are benthic or benthopelagic species, and some of them have been successfully settled in the area (BRITO *et al.*, 2005; FALCÓN *et al.*, 2015; ESPINO *et al.*, 2015 b; FALCÓN, 2015). The same process have been observed in the north-eastern Atlantic and the Mediterranean (e.g. PERRY *et al.*, 2005; OCCHIPINTI-AMBROGI, 2007; WIRTZ *et al.*, 2008; BAÑÓN *et al.*, 2010; ZENETOS *et al.*, 2012; AFONSO *et al.*, 2013; HORTA-COSTA *et al.*, 2014), which has led to the occurrence of species that are well established in the Canaries in some cases. This process is closely linked to the increasingly warm sea water temperatures registered in these areas as a result of climate change, although introductions owing to anthropogenic activities have also been significant. In the Canary Islands, the occurrence of certain thermophilic species close to or in the surroundings of main harbours has been attributed to maritime traffic as introduction vector (ballast water transport and associated fish to oil platforms) (BRITO & FALCÓN, 1996; BRITO *et al.*, 2005; BRITO *et al.*, 2011; ESPINO *et al.*, 2015 a; FALCÓN *et al.*, 2015; FALCÓN, 2015; TRIAY-PORTELLA *et al.*, 2015; PAJUELO *et al.*, 2016).

Tropicalization represents both the arrival of species of southern distribution (tropicalization in the strict sense) and the geographic and population expansion of native thermophilic species (meridionalization). In the case of the Canaries, meridionalization process also involves a longitudinal advance of certain species eastwards following the environmental gradient of the archipelago (BRITO *et al.*, 2005; ESPINO *et al.*, 2014; FALCÓN, 2015).

The present paper records the presence of several species based mainly on photographs and some visual examination of the specimens as well. The photo-identification is a good method to identify most of the littoral fishes species, except for some small ones as gobies and cleanfishes, when the images allow to see the differential details to identify at the species or genus level with absolute certainty, as in this case. We report the presence

of four tropical species for the first time in the Canaries, and recorded the expansion into the archipelago of two non-native species previously established years ago. In addition, the presence of a Macaronesian fish species has been detected, until now unreported from the Canary Islands. Furthermore, characteristics for the identification of these species and biogeographic data are provided.

## 2. MATERIAL AND METHODS

Some images and data examined were provided by the RedPromar network belonging to the Regional Government of the Canary Islands (<http://www.redpromar.com/>) - a tool comprised by observers using the 'citizen science' concept to monitor the marine biodiversity -, as well as directly from their authors. Data and photos on three species come from surveys by the authors in the natural environment or in fish markets. For some of the latter specimens, to be indicated, it was possible to examine morphological details, although they were not available for morphometric analysis.

## 3. RESULTS

### Family Carangidae

*Uraspis secunda* (Poey, 1860) (Figure 1 A)

One individual caught with hand line at El Bajón de La Restinga (27° 38.05'N 17° 59.31'W; El Hierro) on 23 May 2017. The fish was caught during the day with hand line by a fishermen belonging to the artisanal fleet of the island.

This specimen was examined in detail and it presented the same characters attributed to the genus and species by SMITH-VANIZ (2016). Anyway, according to this author, adults of *U. secunda* and *U. helvola* (Forster, 1801) are virtually impossible to distinguish although juvenile characters involving allometric growth patterns suggest that they may be distinct species. If subsequent studies indicate that these two nominal species are conspecific, the oldest available name is *Uraspis helvola*. *U. secunda* is mainly a pelagic oceanic species with pantropical distribution; in the eastern Atlantic it has been recorded from the Cape Verde Islands and outer parts of continental shelf and slope from Mauritania to Angola (SMITH-VANIZ, 2016).

### Family Psettodidae

*Psettodes* cf. *bennettii* Steindachner, 1870 (Figure 1 B)

One specimen caught during a night angling from the shore on 18 April 2017, in Mesa del Mar (28° 30.27'N 16° 25.47'W, Tacoronte, Tenerife). The fisherman returned it to the sea thinking it was an anomalous fish due to the position of its eyes.

The study of one single image available confirmed that the individual belongs to the genus *Psettodes*, but it was not allow us to distinguish the species. The genus *Psettodes* includes three species, two of them, *P. bennettii* and *P. belcheri* Bennett, 1831 are only known from the eastern Atlantic and one, *P. erumei* (Bloch & Schneider, 1801), from the Indo-Pa-

cific. Both Atlantic species are taxonomic closely related bottom-living fishes occurring in coastal waters and on the continental shelf, and have basic tropical distributions (MUNROE, 2016). The tentative classification as *P. bennettii* is due to its northern distribution from Western Sahara (about 25°N) to Guinea (about 10°N), while *P. belcheri* is distributed from Western Sahara (24° N) and Mauritania, but more commonly from Guinea (about 10°N), to Angola (about 17°S) (MUNROE, 2016). However, according to CAMARA *et al.* (2015), more research is needed to determine if *P. bennettii* and *P. belcheri* are separate species.

### **Family Nomeidae**

*Cubiceps capensis* (Smith, 1845) (Figure 1 C-D)

Two specimens; one collected by hand at night on very shallow waters of Playa de La Restinga (27° 38.44'N 17° 58.81'W, Puerto de la Restinga, El Hierro), and which was preserved in the fish market; the second one was trapped in the filter grid of the Granadilla electric power station (28° 5.13'N 16° 29.46'W, Tenerife) on 21 May 2017, and was released to the sea after being photographed.

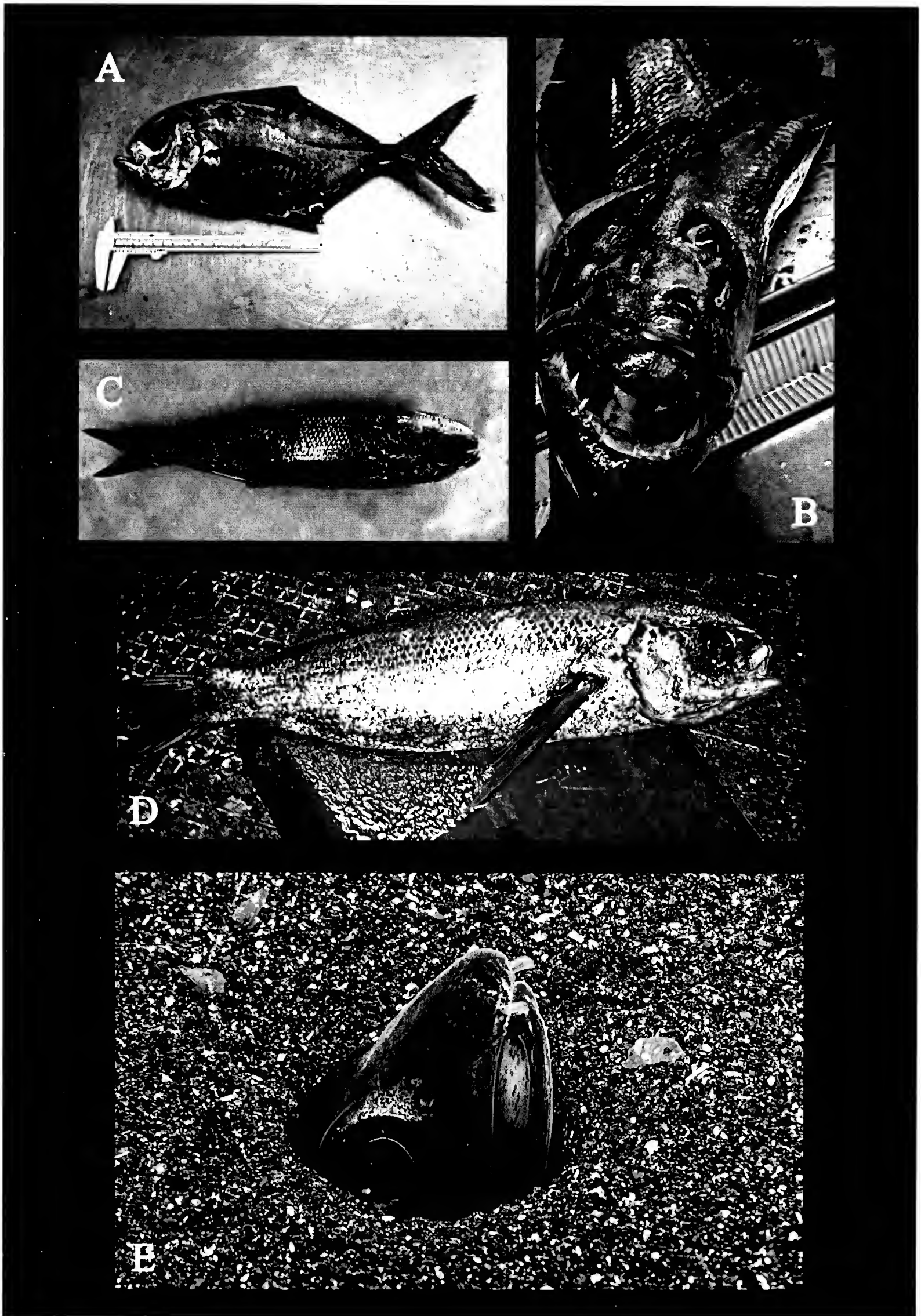
The specimen caught from La Restinga was examined, and showed the characteristics that identify the species, such as scales on top of head extend forward of eyes and teeth on tongue and on roof of mouth pointed, in a single median row (HAEDRICH, 2016). This specimen is currently part of a detailed comparative study on the species and genus in the eastern Atlantic (J. Gustavo-González-Lorenzo, pers. com.). According to HAEDRICH (2016), this species is rarely seen and occurs in subtropical waters of all oceans.

### **Family Congridae**

*Paraconger cf. macrops* (Günther, 1870) (Figure 1 E)

One individual sighted and photographed during a diurnal diving at El Desierto (27° 40.74'N 18° 01.92'W, La Restinga-Mar de las Calmas Marine Reserve, El Hierro) on 27 May 2017, at 15-17 m of depth. The specimen was observed buried into the sediment, with only the head exposed.

There are two species occurring in the eastern Atlantic, *P. macrops*, previously only known from Azores and Madeira, and *P. notialis* Kanazawa, 1961, which is found from Cape Verde Islands and Senegal southwards to Angola (BLACHE & BAUCHOT, 1976; SALDANHA, 1981; BRITO *et al.*, 1999; SMITH, 2016). They are mainly differentiated by the number of vertebrae and lateral line pores before anus (BLACHE & BAUCHOT, 1976; SMITH, 2016), details which cannot be observed in the images examined. The tentative specific assignation to *P. macrops* is based on the shape of the upper labial flange and the eyes, comparing with the illustrations from the bibliography (BLACHE & BAUCHOT, 1976; SMITH, 2016) and the images of individuals photographed in the Azores obtained from Internet. Anyways, confirmation is needed when at least one specimen can be examined in detail. According to BAUCHOT & SALDANHA (1986), *P. macrops* occurs on the shelf on sandy areas of rocky sublittoral zone between 30 and 100 m of depth, burrows in the sediment during the day and swims actively at night in search of prey.



**Figure 1.-** A: *Uraspis secunda*; B: *Psettodes cf. bennettii*; C: *Cubiceps capensis* (El Hierro); D: *Cubiceps capensis* (Tenerife); E: *Paraconger cf. macrops*.

## Family Monacanthidae

*Cantherhines macrocerus* (Hollard, 1853) (Figure 2 A)

Two adult males have occurred recently in the Canary waters. The first one was photographed on a rocky bottom off La Palma (coordinates unknown), on July 2016, while the other one was caught in Punta del Hidalgo (28° 34.69'N 16° 20.14'W, Tenerife), using a fish trap, at 40 m of depth.

The photos examined allowed us to identify the species by its characteristic colour pattern: brown or irregular mixtures of brown and orange; often pale spots over much of body and head, and a pair at the top and bottom of the end of the tail base; spines on tail base yellow (ROBERTSON & VAN TASSELL, 2015), having orange colour of patch of setae anterior to the peduncular spines on males (FROESE & PAULY, 2017).

This species is distributed in the western Atlantic from Bermuda, the Bahamas southwards to Brazil, including Trinidad Island; records from North Carolina seem to be vagrants (CARPENTER *et al.*, 2015). In the eastern Atlantic it is known from the Cape Verde Islands (WIRTZ *et al.* 2013; REINER & MARTINS, 1995) and Ascension Island (WIRTZ *et al.*, 2014). It inhabits coastal coral reefs or rocky bottoms between 2 and 40 m of depth (FROESE & PAULY, 2017). Its ability to travel long distances under drifting floating objects is known (LUIS *et al.*, 2015).

## Family Syngnathidae

*Hippocampus algiricus* Kaup, 1856 (Figure 2 B)

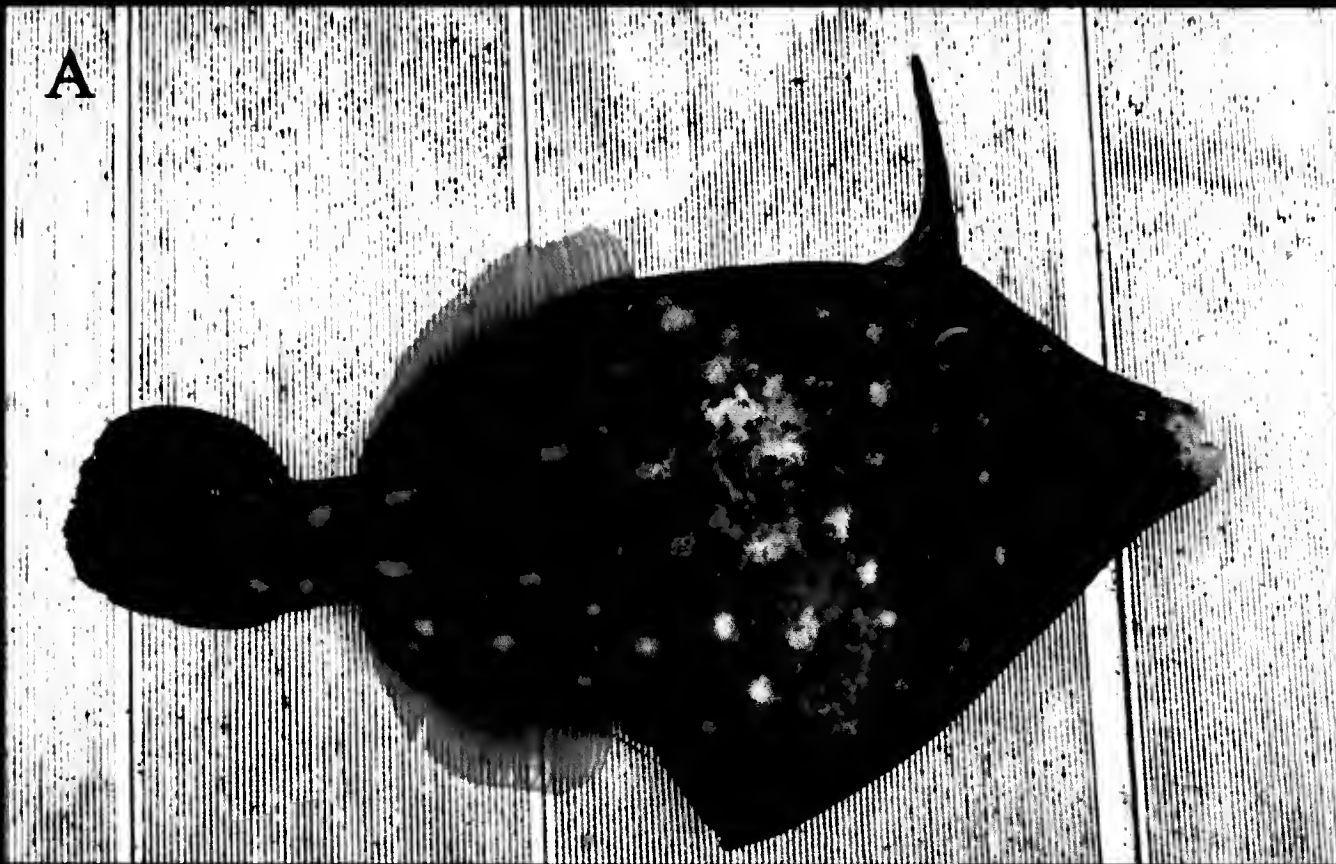
One individual sighted close to the hot water outlet of Las Caletillas electric power station (28° 22.90'N 16° 21.355'W, Tenerife), on 2 October 2016, and another one photographed on rocky bottom at 12 m of depth close to La Restinga (27° 38.40'N 17° 58.55'W, El Hierro) on 5 November 2016. In 2015 and 2016 several specimens were also recorded from Sardina del Norte (28° 09.18'N 15° 41.95'W Gran Canaria), although these showed hybridization with *H. Hippocampus* (OTERO-FERRER *et al.*, 2015).

*H. algiricus* was recorded for the first time from the Canary Islands in the south coast of Gran Canaria, on 2008 (OTERO-FERRER *et al.*, 2015). This species is distributed from Senegal to Angola (FROESE & PAULY, 2017), and probably its occurrence in the area responds to a process of natural expansion, but this hypothesis remain unclear.

## Family Blenniidae

*Microlipophrys velifer* (Norman, 1935) (Figures 3)

Eight specimens were observed in the environment but we could only examined images of four of them. The sighting occurred in the rocky intertidal zone in Garachico (28° 22.44'N 16° 45.97'W Tenerife), 28 May 2017. None of them exhibited a colour pattern of an adult male. We also studied multiple photos from three different localities of Gran Canaria: Sardina del Norte (28° 09.195'N 15° 41.940'W), El Burrero (27° 54.67'N 15° 23.10'W) and Arinaga (27° 51.45'N 15° 23.14'W). In these localities, the populations are bigger than in Garachico, and territorial adult males in reproduction have been observed; in the three localities, the same habitat pattern coincides (vertical walls of rocky intertidal zones sheltered or exposed to the waves, with tightly fitting bore holes where they take shelter, sometimes staying completely out of the water).



**Figure 2.-** **A:** *Cantherines macrocerus* (Punta del Hidalgo, Tenerife); **B:** *Hippocampus algiricus* (Las Caletillas, Tenerife).



**Figure 3.-** *Microlipophrys velifer*. A: Female or juvenile; B: Male (Tenerife); C: Male with courtship livery (El Burrero, Gran Canaria).



This small fish was observed for the first time in Canary Islands on 2002, in Sardinia del Norte (BRITO *et al.*, 2002). In addition to the Canary Islands, it is distributed from Mauritania to Angola (WIRTZ & BATH, 1982 and 1988; BATH & WIRTZ, 1992), including São Tomé and Príncipe islands (WIRTZ *et al.*, 2007); according to WIRTZ *et al.* (2013) records from Cape Verde Islands are misidentifications with endemic *Microlipohrys caboverdensis* (Wirtz & Bath, 1989). *M. velifer* is well distinguished by its colour pattern, particularly by a large, dark eye-sized spot on side of head posterior to eye, and also by the colour pattern of the territorial adult males during the breeding season (WIRTZ & BATH, 1982 and 1988). The occurrence of this species in the Canary Islands seems to be a natural process of range extension, probably related to the increasing of water temperature.

#### 4. DISCUSSION

The littoral ichthyofauna of the Canary Islands has experienced a tropicalization process since the late 80s and the early 90s, that seems directly related to the increasing of sea water temperature (BRITO *et al.*, 2005; FALCÓN, 2015; FALCÓN *et al.*, 2015). The sea surface temperatures of Canary Islands have increased due to the climate change, with an average value of 0.28 °C per decade for the period covering from 1982 to 2013, more markedly during the wintertime, resulting in a current sea surface temperature range of 17-25 °C and an average value of 21 °C (VÉLEZ *et al.*, 2015). Unquestionably, this scenario has favoured the occurrence, settlement and expansion of species with warm water affinities.

The tropicalization process has been detected in subtropical and temperate regions, as commented above, although its intensity is higher in border zones between tropical and subtropical biogeographic areas, such as the Canary Islands (BRITO *et al.*, 2005; FALCÓN, 2015). In many cases, thermophilic species recorded in the Canaries seem to respond to a natural process of geographic spreading to higher latitudes, across the biogeographic border located at Cabo Blanco (African coast), where a thermic discontinuity causes a change between warm-temperate and tropical faunas (SPALDING *et al.*, 2007; BRIGGS & BOWEN, 2013; ALMADA *et al.*, 2013). On the other hand, new tropical fish species found close to or in the surroundings of main harbours are suspected of arriving as consequence of maritime traffic as introduction vector (ballast water transport and associated fish to oil platforms) (BRITO & FALCÓN, 1996; BRITO *et al.*, 2005; BRITO *et al.*, 2011; FALCÓN, 2015; FALCÓN *et al.*, 2015; TRIAY-PORTELLA *et al.*, 2015; PAJUELO *et al.*, 2016). In the case of the oil platforms, a very important vector of species introduction in the Canary Islands since 2011, their slow navigation makes it possible for fishes associated to platforms hulls (small and large specimens) to travel long distances, very far from their original areas of distribution (FALCÓN, 2015; FALCÓN *et al.*, 2015; TRIAY-PORTELLA *et al.*, 2015; PAJUELO *et al.*, 2016). FALCÓN *et al.* (2015) reported 8 tropical fish species introduced by this vector, and at least two of them have viable reproductive populations in Gran Canaria *Hypleurochilus pseudoaquipinis* and *Abudefduf hoefleri* (FALCÓN, 2015; FALCÓN *et al.*, 2015; ESPINO *et al.*, 2015b).

The areas where the specimens were found in the present study, their original geographic distributions, and their biological and ecological characteristics (high mobility in juvenile or adult stage, rafting-like behaviour, and larval dispersal) allow us to think in nat-

ural expansion processes by their own means. This hypothesis is more likely in the cases of *Uraspis secunda*, *Psettodes cf. bennettii*, *C. capensis* and *Cantherhines macrocerus*. There are several similar example previously recorded, and of some of them expanded rapidly and have stable populations throughout the archipelago. The last one was *Parablennius goreensis* (Valenciennes, 1836), a blenny distributed relatively close to the Canaries (Banc d'Arguin, Mauritania (BATH & WIRTZ, 1992)) and with a high dispersion capability; it was recorded for the first time in Tenerife on 2012, and currently it has large populations throughout the Canary Islands (FALCÓN *et al.*, 2015). Concerning to *Paraconger macrops*, previously only known from Azores and Madeira, it is probably a native species which remained unnoticed due to its habitat and nocturnal behaviour, if it is definitely confirmed that the individual sighted belongs to this species.

It seems evident that increasing of sea water temperature range and average (Velez *et al.*, 2015) in the canarian waters is contributing to the colonization by species of tropical origin, and can explain the expansion of native species with warm water affinities from the westernmost islands to the easternmost ones, following the Canary thermal gradient (BRITO *et al.*, 2005; ESPINO *et al.*, 2014; FALCÓN, 2015). This phenomenon can also explain the re-emergence of marginal populations of species located in their northern limit, such as the case of at least two species occurring in the Canary Islands, the moray *Gymnothorax vicinus* (Castelnau, 1855) (BRITO *et al.*, 2014), and the snapper *Lutjanus dentatus* (Duméril, 1861) (GARCÍA-MEDEROS & TUSET, 2014; A. Brito, unpublished data). Furthermore, non-native tropical species established some time ago could expand more easily. *Hippocampus algiricus* and *Microlipophrys velifer* registered in this study seem to respond to a relatively recent expansion along the archipelago, once their populations were consolidated in Gran Canaria. *H. algiricus* was recorded for the first time on 2008 (OTERO-FERRER *et al.*, 2015) and *M. velifer* on 2002 (BRITO *et al.*, 2002), both of them in only one locality.

## 5. ACKNOWLEDGEMENTS

We wish to acknowledge Cristina Camacho, Juan Carballo, Chloe Yzoard, Carlos Sangil, Isabel Brito, Michael J. Sealey, Ernesto Rapp and Ángel Curbelo for providing us photos and information about some specimens. This work has been possible thanks to the citizen contributions to the RedPromar network of the Government of the Canary Islands. This study has benefited from the development of the project “*Efectos del cambio climático sobre los ecosistemas marinos litorales de Canarias: Indicadores de tropicalización*” subsidized by the Fundación CajaCanarias. Andrés Delgado significantly improved the quality of the photographs and the assemblage of figures.

## 6. BIBLIOGRAPHY

AFONSO, P., PORTEIRO, F.M., FONTES, J., TEMPERA, F., MORATO, T., CARDIGOS, F. & SANTOS, R.S. 2013. New and rare coastal fishes in the Azores islands: occasional events or tropicalization process? *Journal of Fish Biology*, 83: 272-294.

- ALMADA, V.C., FALCÓN, J.M., BRITO, A., LEVY, A., FLOETER, S.R., ROBALO, J.I., MARTINS, J. & ALMADA, F. 2013. Complex origins of the Lusitania biogeographic province and northeastern Atlantic fishes. *Frontiers of Biogeography*, 5(1): 20-28.
- ALMÓN, B., GARRIDO, M., MESEGUER, C., ARCOS, J. M., MARTÍN, V., PANTOJA, J. & E. CONSUEGRA. 2014. *Espacio marino del oriente y sur de Lanzarote-Fuerteventura*. Proyecto Life + Indemares. Ed. Fundación Biodiversidad. 118 pp.
- BAÑÓN, R., VILLEGAS-RÍOS, D., SERRANO, A., MUCIENTES, G. & ARRONTE, J.C. 2010. Marine fishes from Galicia (NW Spain): an updated checklist. *Zootaxa*, 2667: 1-27.
- BATH, H. & P. WIRTZ. 1992. On a collection of blennioid fishes from Mauritania, with a redescription of *Spaniblennius rioudourensis* (Metzelaar, 1919). *Zoologische Mededelingen*, 66 (13): 265-272.
- BAUCHOT, M.-L. & L. SALDANHA. 1986. Congridae (including Heterocongridae). p. 567-574. IN P.J.P. WHITEHEAD, M.-L. BAUCHOT, J.-C. HUREAU, J. NIELSEN AND E. TORTONESE (EDS.) *Fishes of the north-eastern Atlantic and the Mediterranean*. volume 2. UNESCO, Paris.
- BLACHE, J. & M. L. BAUCHOT. 1976. Contribution à la connaissance des poissons anguilliformes de la côte occidentale d'Afrique. *Bulletin de IFAN*, 38, ser. A (2): 369-443.
- BRIGGS, J. C. & B. W. BOWEN. 2013. Marine shelf habitat: biogeography and evolution. *Journal of Biogeography*, 40:1023-1035.
- BRITO, A., C. DORTA & J. M. FALCÓN. 2014. First valid record of *Gymnothorax vicinus* (Pisces: Muraenidae) for macaronesian ecoregion (Canary Islands): A process of tropicalization? 2014. *Revista de la Academia Canaria de Ciencias*, 26: 71-78.
- BRITO, A. & J. M. FALCÓN. 2007. Primera cita para canarias de dos nuevos peces de origen tropical: *Diodon holocanthus* Linnaeus, 1758 y *Canthidermis maculata* (Bloch, 1786). *Revista de la Academia Canaria de Ciencias*, 18 (4): 89-92.
- BRITO, A., P.J. PASCUAL, J.M. FALCÓN, A. SANCHO & G. GONZÁLEZ. 2002. *Peces de las Islas Canarias*. Francisco Lemus Editor, Tenerife, 419 pp.
- BRITO, A., R. HERRERA, J. M. FALCÓN, J. A. GARCÍA-CHARTON, J. BARQUÍN & A. PÉREZ-RUZAFÁ. 1999. Contribución al conocimiento de la ictiofauna de las Islas de Cabo Verde. *Revista de la Academia Canaria de Ciencias*, 11 (3-4): 27-41.
- BRITO, A. Y J. M. FALCÓN. 1996. Capture of the St. Helena butterflyfish, *Chaetodon sanctaehelenae* (Chaetodontidae) in the Canary Islands. *Cybium*, 20 (1): 99-100.
- BRITO, A., S. CLEMENTE & R. HERRERA. 2011. On the occurrence of the African hind, *Cephalopholis taeniops*, in the Canary Islands (eastern subtropical Atlantic): introduction of large-sized demersal littoral fishes in ballast water of oil platforms? *Biological Invasions*, 13: 2185-2189.
- BRITO, A., J. M. FALCÓN & R. HERRERA. 2005. Sobre la tropicalización reciente de la ictiofauna litoral de las islas Canarias y su relación con cambios ambientales y actividades antrópicas. *Vieraea*, 33: 515-525.
- CAMARA, K., R. DJIMAN, A. SAGNA, A. SIDIBÉ, M. SYLLA, L. DE MORAIS, P. TOUS, K. CISSOKO, T. A. ADEOFE, T. MUNROE, Y. H. CAMARA & E. MBYE. 2015. *Psettodes bennettii*. The IUCN Red List of Threatened Species 2015:

- e.T15622611A15623327. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-4.RLTS.T15622611A15623327>. en. Downloaded on 31 July 2017.
- CARPENTER, K.E., R. ROBERTSON & J. TYLER. 2015. *Cantherhines macrocerus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2015: e.T16430203A16510357. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-4.RLTS.T16430203A16510357>. en. Downloaded on 27 June 2017.
- ESCÁNEZ, A. & A. BRITO. 2011. First record of the midwater scorpionfish *Ectreposebastes imus* (Scorpaeniformes: Setarchidae) in the subtropical eastern Atlantic (Canary Islands). *Marine Biodiversity Records*, 4, 3pp. doi:10.1017/S1755267211000704.
- ESPINO, F., J. A. GONZÁLEZ, A. BOYRA, C. FERNÁNDEZ, F. TUYA & A. BRITO. 2014. Diversity and biogeography of fishes in the Arinaga-Gando area, East coast of Gran Canaria (Canary Islands). *Revista de la Academia Canaria de Ciencias*, 25: 9-25.
- ESPINO, F., B. RAMÍREZ & A. BRITO. 2015a. Occurrence of the Toroto Grunt, *Genyatremus cavifrons* (Cuvier, 1830) (Actinopterygii: Haemulidae) in the Canary Islands (Eastern Atlantic Ocean). *Revista de la Academia Canaria de Ciencias*, 27: 91-97.
- ESPINO, F., F. TUYA & A. BRITO. 2015b. Occurrence of the African sergeant, *Abudefduf hoefleri* (Steindachner, 1881) (Actinopterygii: Pomacentridae) in the Canary Islands waters. *Revista de la Academia Canaria de Ciencias*, 27: 83-89.
- FALCÓN, J. M. 2015. *Ictiofauna de las Islas Canarias. Análisis biogeográfico*. Tesis doctoral, Universidad de La Laguna, 310 pp.
- FALCÓN, J.M., R. HERRERA, O. AYZA & A. BRITO. 2015. New species of tropical littoral fish found in Canarian waters. Oil platforms as a central introduction vector. *Revista de la Academia Canaria de Ciencias*, 27: 67-82.
- FROESE, R. & D. PAULY (Eds.) (2017). *FishBase World Wide Web electronic publication*. [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org), version (02/2017).
- GARCÍA-MEDEROS, A. M. & V. M. TUSET. 2014. First record of African brown snapper *Lutjanus dentatus* in the Canary Islands (north-eastern Atlantic Ocean). *Marine Biodiversity Records*, doi:10.1017/S1755267214000682; Vol. 7; e65; page 1-3.
- HAEDRICH, R. L., 2016. Nomeidae, pp. 2919-2923. In: Carpenter, K.E. & De Angelis, N., eds. 2016. *The living marine resources of the Eastern Central Atlantic. Volume 4: Bony fishes part 2 (Perciformes to Tetradontiformes) and Sea turtles*. FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes, Rome, FAO. pp. 2343-3124.
- HORTA COSTA B., J. ASSIS, G. FRANCO, K. ERZINI, M. HENRIQUES, E.J. GONÇALVES & J.E. CASELLE. 2014. Tropicalization of fish assemblages in temperate biogeographic transition zones. *Marine Ecology Progress Series*, 504: 241-252.
- LUIZ, O. J., A. P. ALLEN, D. R. ROBERTSON, S. R. FLOETER & J. S. MADIN. 2015. Seafarers or castaways: ecological traits associated with rafting dispersal in tropical reef fishes. *Journal of Biogeography (J. Biogeogr.)*, 42 (12): 2323-2333.
- MARSHALL, A. D., L. J.V. COMPAGNO & M. B. BENNETT. 2009. Redescription of the genus *Manta* with resurrection of *Manta alfredi* (Krefft, 1868) (Chondrichthyes; Myliobatoidei; Mobulidae). *Zootaxa*, 2301: 1-28.
- MATSUURA, K. 2002. Monacanthidae. Filefishes (leatherjackets). In: Carpenter, K.E. (Ed.). *The living marine resources of the Western Central Atlantic. Volume 3: Bony*

- fishes part 2 (Opistognathidae to Molidae), sea turtles and marine mammals*. FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication No. 5., FAO, Rome, pp. 1970-1979.
- MUNROE, T. A., 2016. Psettodidae, pp. 2946-2951. In: Carpenter, K.E. & De Angelis, N., eds. 2016. *The living marine resources of the Eastern Central Atlantic. Volume 4: Bony fishes part 2 (Perciformes to Tetradontiformes) and Sea turtles*. FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes, FAO, Rome, pp. 2343-3124.
- OCCHIPINTI-AMBROGI A. 2007. Global change and marine communities: Alien species and climate change. *Marine Pollution Bulletin*, 55: 342-352.
- OTERO-FERRER, F., R. HERRERA, A. LÓPEZ, J. SOCORRO, L. MOLINA & C. BOUZA. 2015. First records of *Hippocampus algiricus* in the Canary Islands (NE Atlantic) with an observation of hybridization with *H. hippocampus*. *Journal of Fish Biology*, 87 (4): 1080-1089.
- PERRY, A.L., P.J. LOW, J.R. ELLIS Y J.D. REYNOLDS. 2005. Climate change and distribution shifts in marine fishes. *Science*, 308: 1912-1915.
- REINER, F. & P. MARTINS. 1995. First record of *Cantherines macrocerus* (Pisces Monacanthidae) from Cape Verde Archipelago, West Africa. *Bocagiana*, 177: 1-4.
- ROBERSON, D.R. & J.L. VAN TASSELL. 2015. *Shorefishes of the Greater Caribbean: online information system*. Version 1.0 Smithsonian Tropical Research Institute, Balboa, Panamá.
- SALDANHA, L., 1981. Presence de *Paraconger macrops* (Günther, 1870) aux Açores (Pisces, Congridae). *Cybiurn*, 3<sup>a</sup> ser., 5 (2): 95-97.
- SMITH, D. G., 2016. Congridae, pp. 1680-1694. In: Carpenter, K.E. & De Angelis, N., eds. 2016. *The living marine resources of the Eastern Central Atlantic. Volume 3: Bony fishes part 1 (Elopiformesto Scorpaeniformes)*. FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes, Rome, FAO. pp. 1511-2350.
- TRIAY-PORTELLA, R., J.G. PAJUELO, P. MANENT, F. ESPINO, R. RUIZ-DÍAZ, J.M. LORENZO & J.A. GONZÁLEZ. 2015. New records of non-indigenous fishes (Perciformes and Tetraodontiformes) from the Canary Islands (north-eastern Atlantic). *Cybiurn*, 39(3): 163-174.
- VÉLEZ-BELCHÍ, P., M. GONZÁLEZ-CARBALLO, M.D. PÉREZ-HERNÁNDEZ, A. HERNÁNDEZ-GUERRA. 2015. Open ocean temperature and salinity trends in the Canary Current Large Marine Ecosystem. In: Valdés, L. and Déniz-González, I. (eds). *Oceanographic and biological features in the Canary Current Large Marine Ecosystem*. IOC-UNESCO, Paris. IOC Technical Series, No. 115, pp. 299-308.
- WIENERROITHER, R., F. UIBLEIN, F. BORDES & T. MORENO. 2009. Composition, distribution, and diversity of pelagic fishes around the Canary Islands, Eastern Central Atlantic. *Marine Biology Research*, 5: 328-344.
- WIRTZ, P., A. BRITO, J.M. FALCÓN, R. FREITAS, R. FRICKE, V. MONTEIRO, F. REINER & O. TARICHE. 2013. The coastal fishes of Cape Verde Islands: new records and an annotated check-list. *Spixiana*, 36: 113-142.
- WIRTZ, P., C.E.L. FERREIRA, S.R. FLOETER, R. FRICKE, J.L. GASPARINI, T. IWAMOTO, L. ROCHA, C.L.S. SAMPAIO & U.K. SCHLIEWEN. 2007. Coastal

- fishes of São Tomé and Príncipe islands, Gulf of Guinea (Eastern Atlantic Ocean): an update. *Zootaxa*, 1523: 1-48.
- WIRTZ, P. & H. BATH. 1982. *Lipophrys bauchotae* n. sp. from the eastern tropical Atlantic (Pisces: Blenniidae). *Senckenbergiana biologica*, 62 (4/6): 225-232.
- WIRTZ, P. & H. BATH. 1988. *Lipophrys caboverdensis* n. sp. from the Cape Verde Islands (Pisces: Blenniidae). *Senckenbergiana biológica*, 69 (1/3): 15-27.
- WIRTZ, P., J. BINGEMAN, J. BINGEMAN, R. FRICKE, T. J. HOOK & J. YOUNG. 2014. The fishes of Ascension Island, central Atlantic Ocean – new records and an annotated checklist. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*: 1-16.
- WIRTZ, P., R. FRICKE & M.J. BISCOITO. 2008. The coastal fishes of Madeira Island: new records and an annotated check-list. *Zootaxa*, 26: 1-26.
- ZENETOS, A. S., C. GOFAS, A. MORRI, D. ROSSO, J. E. VIOLANTI, M. GARCÍA RASO, E. ÇINAR, A. ALMOGI-LABIN, A. S. ATES, E. AZZURRO, E. BALLESTEROS, C. N. BIANCHI, M. BILECENOGLU, M. C. GAMBI, A. GIANGRANDE, C. GRAVILI, O. HYAMS-KAPHZAN, P. K. KARACHLE, S. KATSANEVAKIS, L. LIPEJ, F. MASTROTOTARO, F. MINEUR, M. A. PANCUCCI-PAPADOPOULOU, A. RAMOS-ESPLÁ, C. SALAS, G. SAN MARTÍN, A. SFRISO, N. STREFTARIS & M. VERLAQUE. 2012. Alien species in the Mediterranean Sea by 2012. *Mediterranean Marine Science* 13/2: 328-352.

## Primer registro de *Denticera divisella* (Duponchel, 1842) (Lepidoptera, Pyralidae) para el archipiélago canario

García, R.<sup>1</sup> & J. García<sup>1</sup>

<sup>1</sup> C/ El Pilar, 8, 3º - pta. 1. 38700 Santa Cruz de La Palma, Tenerife

rgarbec@gmail.com

jgarper91@gmail.com

### RESUMEN

Se cita por primera vez para el archipiélago canario *Denticera divisella* (Duponchel, 1842), pirálido utilizado para el control biológico de diferentes euforbiáceas. Se aportan nuevos datos sobre su distribución y biología.

**Palabras clave:** Lepidoptera, Pyralidae, nueva cita, islas Canarias

### ABSTRACT

New data on the distribution and biology of *Denticera divisella* (Duponchel, 1842), new record for Canary Islands. Pyralidae used in the biological control of different Euphorbiaceae.

**Key Words:** Lepidoptera, Pyralidae, new record, Canary Islands.

En enero de 2017 se llevó a cabo, dentro de proyectos subvencionados por la Fundación CajaCanarias y la Mohamed bin Zayed Conservation Fund, una serie de muestreos de seguimiento del hábitat y la población del “saltamontes de El Remo” (*Acrostira euphorbiae* García y Oromí, 1992), especie endémica de La Palma (islas Canarias) catalogada como “En Peligro de Extinción” (CITAS). Durante dicho estudio, que se realizó en las parcelas H-8, H-9, H-10, F-8, F-9 y F-10 de Tamanca (Los Llanos de Aridane), con coordenadas UTM comprendidas entre los puntos 28R 2175 - 2190 y 28R 31635 – 31620, a una altitud entre 390 y 490 m, se observó por primera vez en el archipiélago canario la presencia de orugas de un pirálido que, una vez cultivadas en evolucionarios hasta alcanzar la fase adulta, han resultado ser *Denticera divisella* (Duponchel, 1842) (Norbert Pöll det.). La abundancia y voracidad de estas orugas resultaba en un ataque intensivo sobre tallos y ápices de numerosas *Euphorbia lamarckii* Sweet (higuerilla o tabaiba amarga), que constituye la principal fuente de alimento de la muy amenazada *A. euphorbiae*, cuya distribución está limitada al área de Tamanca - El Remo.

## Pyralidae



Larva



Capullo de seda con excrementos



Crisálida



Cremáster con seis ganchos



Imago visión dorsal



Imago visión lateral

### Ciclo biológico de *Denticera divisella* (Duponchel, 1842)

*Denticera divisella* presenta sinonimias y diferentes combinaciones de nomenclatura como: *Phycis divisella* Duponchel, 1842; *Sciota divisella* (Duponchel, 1842); *Nephopteryx divisella* (Duponchel, 1842); *Pempelia albiricella* Herrich-Schäffer, 1848; y *Denticera sardzeella* Amsel, 1961. En el continente europeo vive en zonas litorales de baja y media altitud entre los meses de mayo a octubre, siendo bivoltina al presentar dos generaciones anuales (Pérez De-Gregorio *et al*, 2011). Por los datos que disponemos se distribuye de forma natural por el sur de Europa, África y Asia Menor, estando confirmada su presencia en países como España, Francia, Italia, Croacia, Bosnia y Herzegovina, Grecia, Bulgaria, Ucrania e Irán.



Esta palomilla está contemplada como plaga en algunos países ajenos a su área natural de distribución, ya que devora hojas y flores y perfora los tallos provocando la destrucción del ápice de sus plantas huésped, siempre pertenecientes a la familia Euphorbiaceae. Su voracidad es tal que en varios países se ha utilizado este lepidóptero como agente para controlar poblaciones de euforbiáceas invasoras. En Estados Unidos y Canadá se ha empleado contra *Euphorbia milii* Des Moulins y *E. trigona* Haworth (Cristofaro *et al.*, 1998); y en Australia para controlar *Jatropha gossypifolia* Linnaeus, planta ornamental conocida como “Tua tua” o “dolor de vientre” que se ha asilvestrado (Snow *et al.*, 2016).

Aparte de su posible capacidad para interferir en las fuentes de alimento tanto de *Acrostira euphorbiae* como de otros saltamontes endémicos canarios de la familia Pamphagidae, cabe el peligro de que afectara tanto a los tabaibales canarios en general, de gran importancia ecológica y paisajística, como a determinadas tabaibas endémicas de otras islas del archipiélago, algunas seriamente amenazadas como *Euphorbia mellifera* Aiton, *E. bravoana* Svent. o *E. bourgeana* J. Gay ex Boiss. in DC.

Por todo ello consideramos oportuno publicar esta nota poniendo en conocimiento de las autoridades, administraciones y comunidad científica la presencia de *Denticera divisella*, su más que probable competitividad con el “saltamontes de El Remo” y la amenaza que puede suponer para las *Euphorbia* dendroides del archipiélago.

## AGRADECIMIENTOS

Nuestro más sincero agradecimiento al Dr. Norbert Pöll ([www.lepiforum.de](http://www.lepiforum.de)) por la identificación de la especie. A la Fundación CajaCanarias y a la Mohamed bin Zayed Conservation Fund por su mecenazgo, al Dr. David Hernández Teixidor por su ayuda en los muestreos de campo, a D. Juan Manuel Castro Martín por la traducción de los textos en alemán, y al Dr. Pedro Oromí Masoliver por la corrección crítica de este artículo.

## BIBLIOGRAFÍA

- AMSEL, H. G., (1961). Die Microlepidopteren der Brandt'schen Iran-Ausbeute. 5. Teil. *Arkiv för Zoologi (N. S.)*, (ser. 2) 13(17): 323-445, pls. 1-9.
- CRISTOFARO, M., F. SALE, G. CAMPOBASSO, L. KNUTSON, & V. SBORDONI (1998). Biology and host preference of *Nephoteryx divisella* (Lepidoptera: Pyralidae): Candidate agent for biological control of leafy spurge complex in North America. *Environmental Entomology*. 27(3):731-735.
- DUPONCHEL, P. A. J. (1842): *Histoire naturelle des lépidoptères ou papillons de France. Supplément aux tomes quatrième et suivants*. 1-555, pl. LI-XC. Paris (Méquignon-Marvis).
- PÉREZ DE-GREGORIO, J. J., D. FERNÁNDEZ, E. REQUENA & M. RONDÓS (2011). Microlepidópteros (Lepidoptera: Pyralidae, Crambidae) nuevos o interesantes para la fauna catalana e ibérica, XI. *Heteropterus Rev. Entomol.* 11(1): 137-145.

SNOW E. L., K. DHILEEPAN & D. B. J. TAYLOR (2016). The *Jatropha* webber (*Sciota divisella*): a potential biological control agent for *Jatropha gossypifolia* (bellyache bush) from India. *20th Australasian Weeds Conference* (september, 2016): 237-240.

**Fecha de recepción:** 3 de mayo de 2017 / **Fecha de aceptación:** 11 de mayo de 2017

**The cleaning mutualism between the shrimp,  
*Lysmata grabhami* (Malacostraca: Hippolytidae) and fish,  
with description of a new interaction with  
*Mycteroperca fusca* (Actinopterygii: Serranidae) from the  
Eastern Atlantic Ocean**

**Espino, F.<sup>1</sup> & R. Riera<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Centro de Investigación en Biodiversidad y Conservación (BIOCON), ECOAQUA  
Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Campus de Tafira 35017 Las Palmas. Islas Canarias, España  
Email: fesprod@gobiernodecanarias.org

<sup>2</sup> Centro de Investigaciones Medioambientales del Atlántico (CIMA SL.)  
La Laguna, Tenerife, Islas Canarias, España  
Corresponding author: rodrigo@cimacanarias.com

**ABSTRACT**

The activity of *Lysmata grabhami* as cleaner shrimp is well known, and its cleaning mutualism with many client fish species in different biogeographic areas have been documented. The literature reviewed resulted in 49 fish species belonging to 15 families to be cleaned at both sides of the Atlantic Ocean. Overall, Muraenidae, Serranidae, Pomacentridae, Holocentridae and Acanthuridae were the families that accounted more species of client fish; both families and the pool of species were different at Western and Eastern Atlantic. This work reports and describes a new cleaning interaction between the cleaner shrimp, *L. grabhami* (Gordon, 1935), and the island grouper, *Mycteroperca fusca* (Lowe, 1838) from the Canary Islands, North-eastern Atlantic ocean.

**Keywords:** cleaner shrimp, island grouper, symbiosis, Atlantic Ocean, Canary Islands.

**RESUMEN**

La actividad de la gamba limpiadora *Lysmata grabhami* es bien conocida, y las relaciones mutualísticas con diferentes especies de peces han sido documentadas con anterioridad. Un total de 49 especies de peces pertenecientes a 15 familias han sido registradas como clientes de esta gamba limpiadora a ambos lados del Océano Atlántico. Las familias Muraenidae, Serranidae, Pomacentridae, Holocentridae y Acanthuridae fueron las familias que totalizaron un mayor número de especies de peces, y las familias y las especies fue-

ron diferentes entre el Atlántico Oeste y el Atlántico Este. En este estudio se registra por primera vez una interacción entre la gamba limpiadora *L. grabhami* (Gordon, 1935) y el abade, *Mycteroperca fusca* (Lowe, 1838) en las islas Canarias (Atlántico Nororiental).

**Palabras clave:** gamba limpiadora, abade, simbiosis, Océano Atlántico, islas Canarias.

## 1. INTRODUCTION

Cleaning mutualisms are widespread among marine animals (CÔTÉ, 2000; GRUTTER, 2002). During cleaning interactions in the sea, the 'cleaner' removes parasites, skin, scales and mucus from the body surface of their 'clients', which include many types of marine organisms (e.g. invertebrates, fishes, turtles, and whales); this behaviour often is considered to be mutualistic, i.e. the cleaner receives a meal, and the client is freed from irritants or parasites, and is allowed by the client to do so without being attacked or harmed (CÔTÉ, 2000; GRUTTER, 2002; FLOETER *et al.*, 2007; WICKSTEN, 2009). The factors affecting the cleaning interactions, such as client body size, abundance, schooling or solitary, active or sedentary, type of feeding and habitat, obligate or facultative cleaners, have been widely studied (see reviews in CÔTÉ, 2000 and FLOETER *et al.*, 2007 and references therein).

Around the world, at least 132 marine organisms have been documented to have cleaning behaviour, 112 fish species and 20 invertebrates, mainly crustaceans of the families Hippolytidae, Palaemonidae, Stenopodidae and Majidae (VAN TASSELL *et al.*, 1994). The first family includes species of *Lysmata*, commonly called cleaner shrimps (DEBELIUS, 2001). They inhabit rocks, coral reefs, or shipwrecks from the intertidal zone to the continental shelf in tropical and warm temperate seas. Phylogenetic analysis revealed *ca.* 26 species within the genera *Lysmata* and *Exhippolysmata*; these species are rare among marine invertebrates, because they are protandric simultaneous hermaphrodites, i.e. shrimps initially mature and reproduce solely as males, and later in life become functional simultaneous hermaphrodites (BAEZA, 2010). At least 11 species have been reported to be cleaners (WICKSTEN, 2009), within this group, *Lysmata grabhami* (Gordon, 1835), is considered to be 'highly evolved' or 'specialized' shrimp cleaner. It has conspicuous white antennae contrasting with the body color, which has a mid-dorsal white stripe flanked by red and yellow. This species lives in pairs and occupy cleaning stations-areas, where client fishes visit them (WICKSTEN, 2009).

In the past, *L. grabhami* was misidentified with *Lysmata amboinensis* (De Man, 1888), a species distributed in the Indo-Pacific (see RANDALL, 1958; BRUCE, 1974; HAYASHI, 1975). The genetic distance found in the molecular analysis together with minor but constant differences in colour pattern support that they are different valid species (see BAEZA, 2010). *L. grabhami* has an amphi-Atlantic distribution in tropical and subtropical areas. In the Western Atlantic, it has been recorded from the Florida Keys, Bahamas, and North-eastern Gulf of Mexico (LIMBAUGH, 1961), Netherlands Antilles, Lesser Antilles, Antigua Island, Colombian Caribbean coast, Bermuda (CHACE, 1972; CRIALES & CORREDOR, 1977; CRIALES, 1979; MANNING & CHACE, 1990; WICKSTEN, 1995), Brazil (KASSUGA *et al.*, 2015), and Saint Paul's Rocks (HOLTHUIS *et al.*, 1980). In the Eastern Atlantic from Madeira (GORDON, 1935, type locality), Canary Islands (MORENO

*et al.*, 1978, as *Hippolysmata grabhami*), and Cape Verde Archipelago (TÜRKAY, 1982, as *Lysmata amboinensis*), Ascension Island (MANNING & CHACE, 1990), coast of Senegal (WIRTZ, 2011), and the Gulf of Guinea islands from Annobon (CROSNIER, 1971, as *H. grabhami*), and São Tomé and Príncipe (WIRTZ, 2004).

Overall, specific works on the cleaning behaviour of *L. grabhami* are scarce. The cleaning activity of *L. grabhami* was first reported by LIMBAUGH *et al.* (1961) in Lyford Cay (Bahamas). Posteriorly, the habitat, type of associations and cleaning activity were studied by CRIALES & CORREDOR (1977) and CRIALES (1979) in Santa Marta Bay (Colombia), this work reported the larger number of client fish. In the Eastern Atlantic, there are not specific studies on the cleaning behaviour of *L. grabhami*. Van TASSELL *et al.* (1994) reported the cleaning activity of *L. grabhami* in the Canary Islands, and its interactions with five fish species. WIRTZ (1997) studied the crustacean symbionts associated with the sea anemone *Telmatactis cricoides* (Duchassaing, 1850), and pointed out that *L. grabhami* is generally found in association with this anemone at Madeira and the Canary Islands.

## 2. MATERIAL AND METHODS

A literature review was made to check for previously clean interactions between *L. grabhami* and client fish species. The systematic arrangement of the present account of fish species followed NELSON (2006), and their taxonomic status was assigned according to ESCHMEYER (2015) and FROESE & PAULY (2015). Recreational or professional scuba diving focused on biodiversity observations and underwater photography proved useful instrumental in providing information about the presence and distribution of invertebrates and fish fauna, including the most easily overlooked species (RIOLO & BETTI, 2015). The fish and shrimps were observed during a scientific diving at 'El Cabrón', Eastern of Gran Canaria, 27°58'N 15°36'W, June 2015, in a complex rocky reef with numerous crevices, holes and cavities, 8-10 m depth. Sea surface temperature during the observation was 21.5°C.

## 3. RESULTS

The literature review reported 49 fish species belonging to 15 families as clients of *Lysmata grabhami* (Table 1). The families with more number of client species were Muraenidae, Serranidae, Pomacentridae and Acanthuridae. Both sides of the Atlantic showed similar number of species (23 Eastern vs 28 Western Atlantic) (Figure 1). Nevertheless, the pool of species at both sides was different, species of Torpedinidae, Dasyatidae and Tetraodontidae were exclusive of the Eastern Atlantic; while Apogonidae, Lutjanidae, Chaetodontidae, Pomacanthidae and Ostraciidae were exclusive of the Western Atlantic; only two species were shared *Myripristis jacobus* and *Chromis multilineata* (see Table 1 and Figure 1). Muraenidae showed the large difference in number of species between both sides of the ocean (8 Eastern vs 2 Western).

Two specimens of *L. grabhami*, ca. 5-7 cm, and one of *M. fusca*, ca. 30 cm TL, were observed on a rocky bottom inside a small cave (Figure 2). Initially, the island grouper

was resting on one side over the bottom of the cave, and both specimens of *L. grabhami* were cleaning on the side of the body. When they detected the diver light, the island grouper woke up.

#### 4. DISCUSSION

Interactions between *Lysmata grabhami* as cleaner shrimp and many fish species as clients have been documented in different biogeographic areas (see Tables 1 and 2). Nevertheless, data of this work suggests that these type of interactions are rare related to fish diversity, only a few fish species in each geographic area use the cleaning service of the shrimp; e.g. in the Caribbean Sea, only 28 species (3.4%) of *ca.* 814 reef fish (FLOETER *et al.*, 2008); while in the Canary Islands, only 14 species (7%) of *ca.* 200 shore fish species (BRITO *et al.*, 2002) have been reported as clients.

The interaction with specimens of Muraenidae showed the high number of species, this could be explained because individuals of this family are frequent in coral and rocky reefs at both sides of the Atlantic Ocean, and they share the habitat with the cleaner shrimp, i.e. small caves, holes and crevices. These factors facilitate the occurrence of the cleaning interaction, as reported in the Caribbean Sea by CRIALES & CORREDOR (1977), and CRIALES (1979). In the Eastern Atlantic, the association of Muraenidae with *L. grabhami* was reported by VAN TASSELL *et al.* (1994), who found three species (*Enchelycore anatina*, *Gymnothorax unicolor* and *Muraena helena*) being cleaned in the Canary Islands. Posteriorly, WIRTZ (1977) found that in Madeira and the Canary Islands, when *L. grabhami* is not in association with the sea anemone *Telmatactis cricoides*, usually is found in association with a moray eel in the same crevice.

The island grouper is a characteristic species of the Eastern Atlantic islands. It has been recorded from Azores, Madeira, Selvagens, Canary and Cape Verde archipelagos. Although, there is a record in the Mediterranean Sea, where it is probably introduced (HEEMSTRA *et al.*, 2010).

The study species, *Lysmata grabhami*, has been shown cleaning *Acanthurus coeruleus* Bloch & Schneider, 1801, *Lutjanus mahogoni* Cuvier, 1828, *Ocyurus chrysurus* (Bloch, 1791), *Bodianus rufus* (Linnaeus, 1758), and *Epinephelus adscensionis* (Osbeck, 1765) in Bonaire (Dutch Antilles) (WICKSTEN, 1995). The cleaning behaviour of *L. grabhami* has been documented on *A. coeruleus* in the Bahamas (LIMBAUGH *et al.*, 1961). This species has also been reported cleaning *Acanthurus monroviae* Steindachner, 1876, *Paranthias furcifer* (Valenciennes, 1828), *Chromis multilineata* (Guichenot, 1853), *Enchelycore nigricans* (Bonnaterre, 1788), *Echidna peli* (Kaup, 1856), *Muraena melanotis* (Kaup, 1859), *Holocentrus adscensionis* (Osbeck, 1765), *Myripristis jacobus* Cuvier, 1829, and *Sargocentron hastatum* (Cuvier, 1829) in São Tomé and Príncipe Islands (WIRTZ, 2003, 2004; QUIMBAYO *et al.*, 2012). *Lysmata grabhami* has also been observed cleaning other moray species such as, *Channomuraena vittata*, *Gymnothorax moringa*, *G. unicolor* and *Enchelycore nigricans* in Ascension Island (MORAIS *et al.*, 2016).

In spite of *L. grabhami* is a widely distributed species in the Atlantic Ocean, it co-exists with *M. fusca* in sympatric distribution only in Madeira, Canary and Cape Verde archipelagos, and probably in the Selvagens Islands. The marine littoral areas of these is-

lands are relatively well explored, and many scientific studies have been carried out, especially on marine fauna. Nevertheless, the cleaning mutualism described herein has not been previously reported. In the Canary Islands, previous works pointed out that *L. grabhami* was observed frequently cleaning many species of fishes such as, *Dasyatis pastinaca* (Linnaeus, 1758), *Taeniura grabata* (Geoffroy Saint-Hilaire, 1817), *Torpedo marmorata* Risso, 1810, *Muraena augusti* (Kaup, 1856), *M. helenae* Linnaeus, 1758, *Gymnothorax unicolor* (Delaroche, 1809), *Enchelycore anatina* (Lowe, 1838), *Mullus surmuletus* Linnaeus, 1758, *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) and *Similiparma lurida* (Cuiver, 1830) (Van Tassell *et al.*, 1994; González, 1995; Espino *et al.*, 2007). However, the most common fish clients are the damselfish, *Chromis limbata* (Valenciennes, 1833), and the pufferfish, *Canthigaster capistrata* (Lowe, 1839) at Madeira and the Canary Islands (WIRTZ, 1997; WIRTZ & DEBELIUS, 2003).

*M. fusca* is a demersal species over rocky and rock-sand bottoms (BRITO *et al.*, 2002), usually found in waters around rocky-outcrops and vertical cliffs (ESPINO *et al.*, 2007), rarely inside caves or holes. This could explain the low level interaction with the cleaner shrimp. However, the high number of fish species cleaned by *L. grabhami* in the Macaronesian region (Canary Islands and Madeira) is partially explained by the lack of facultative fish species that perform cleaning activities, as occurs in other regions (MORAIS *et al.*, 2016). In Ascension Island the cleaning interactions were mainly dominated by juveniles of the facultative fish cleaners *Bodianus insularis* Gomon & Lubbock, 1980 and *Pomacanthus paru* (Bloch, 1787), followed by *Chaetodon sanctaehelenae* Günther, 1868 and *Thalassoma ascensionis* (Quoy & Gaimard, 1834) (MORAIS *et al.*, 2016). Isolated places such as, Ascension Island, are poorer in species than coastal reefs because of geographic isolation, however, it provides the opportunity of plastic species to occupy this ecological role and perform a cleaning niche.

In contrast, if considered the whole diversity of fishes from the Canary Islands and Madeira (>200 coastal species) only a small fraction of fish are cleaned by *L. grabhami*. Several reasons may explain this pattern, (i) the presence of fewer parasite species in these archipelagos relative to other geographical regions. Former studies have shown that isolated reefs sustain less parasite species compared to non-isolated reefs (QUÉRO *et al.*, 1990); (ii) the low complexity of reef food webs in the Canary Islands and Madeira. Complex food webs contain higher parasite species compared to simplified food webs (LAFFERTY *et al.*, 2006, 2008).

Cleaning interactions between species have been so far scarcely studied, especially in temperate rocky reefs. Records of opportunistic or symbiotic relationships between fish and cleaners are of utmost importance to understand the interactions among species in reefs. In oceanic archipelagos which have never had a land connection with a continent such as, the Canary Islands and Madeira, it would be an asset for the study of symbiotic behaviour to report interactions between cleaners and hosts.

## 5. ACKNOWLEDGEMENTS

We are grateful to Sacha Lobenstein for providing high-quality photographs of *Lysmata grabhami*.

## 6. REFERENCES

- BAEZA, J.A. 2010. Molecular systematics of peppermint and cleaner shrimps: phylogeny and taxonomy of the genera *Lysmata* and *Exhippolysmata* (Crustacea: Caridea: Hippolytidae). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 160(2): 254-265.
- BRITO, A. P. J. PASCUAL, J. M. FALCÓN, A. SANCHO & G. GONZÁLEZ. 2002. Peces de las Islas Canarias. Catálogo comentado e ilustrado, Francisco Lemus Editor, La Laguna, 419.
- BRUCE, A. J. 1974. On *Lysmata grabhami* (Gordon), a widely distributed tropical hippolytid shrimp (Decapoda, Caridae). *Crustaceana* 27, 107-109.
- CHACE, F.A. 1972. The Shrimps of the Smithsonian-Bredin Caribbean Expeditions with a Summary of the West Indian Shallow-water Species (Crustacea: Decapoda: Natantia). *Smithsonian Contributions to Zoology*, 98: 1-179.
- CÔTÉ, I. M. 2000. Evolution and ecology of cleaning symbioses in the sea. *Oceanography and Marine Biology: an Annual Review*, 38: 311-355.
- CRIALES, M. M & L. CORREDOR. 1977. Aspectos etológicos y ecológicos de camarones limpiadores de peces. *Anuario del Instituto de Investigaciones Marinas, Punta Betín*, 9: 141-156.
- CRIALES, M. M. 1979. Ecología y etología de los camarones limpiadores de peces *Periclimenes perdersoni* Chace y *Lysmata grabhami* (Gordon) en la Bahía de Santa Marta (Colombia). *Acta Científica Venezolana*, 30: 570-576.
- CROSNIER, A. 1971. Sur quelques Crustacés Décapodes ouest-africains nouveaux ou rarement signalés. *Bulletin du Muséum National D'Histoire Naturelle*, 3: 569-595.
- DEBELIUS, H. 2001. Crustacea Guide of the World. IKAN-Unterwasserarchiv, Frankfurt, Germany, 321.
- ESCHMEYER, W. N. 2015. Catalog of Fishes: Genera, Species, References. ([http://research.calacademy.org/research\(ichthyology/catalog/SpeciesbyFamily.asp\)](http://research.calacademy.org/research(ichthyology/catalog/SpeciesbyFamily.asp))). Electronic version accessed, 23<sup>th</sup> October 2016.
- ESPINO, F., A. BOYRA, F. TUYA & R. HAROUN. 2007. Guía Visual de Especies Marinas de Canarias. Segunda Edición. Oceanográfica Ediciones, Las Palmas de Gran Canaria, España, 484.
- FLOETER, S. R., D. P. VÁZQUEZ & A. S. GRUTTER. 2007. The macroecology of marine cleaning mutualisms. *Journal of Animal Ecology*, 76: 105-111.
- FLOETER, S. R., L. A. ROCHA, D. R. ROBERTSON, J. C. JOYEUX, W. F. SMITH-VANIZ, P. WIRTZ, A. J. EDWARDS, J. P. BARREIROS, C. E. L. FERREIRA, J. L. GÁSPARINI, A. BRITO, J. M. FALCÓN, B. W. BOWEN & G. BERNARDI. 2008. Atlantic reef fish biogeography and evolution. *Journal of Biogeography*, 35: 22-47.
- FROESE, R & D. PAULY (eds.) 2015. FishBase. World Wide electronic publication. [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org), version (08/2015).
- GONZÁLEZ, J. A. 1995. Catálogo de los Crustáceos Decápodos de las Islas Canarias. Gambas, Langostas, Cangrejos. Publicaciones Turquesa. Santa Cruz de Tenerife, España, 273.
- GORDON, I. 1935. On new or imperfectly known species of Crustacea Macrura. *Linnean Journal of Zoology*, 39: 307-351.



- GRUTTER, A. S. 2002. Cleaning symbioses from the parasites' perspective. *Parasitology*, 124: S65-S81.
- HAYASHI, K-I. 1975. *Hippolysmata grabhami* Gordon, a synonym of *Lysmata amboinensis* (De Man) (Decapoda, Caridea, Hippolytidae). *Publication of the Seto Marine Biological Laboratory*, 22: 285-296.
- HEEMSTRA, P., A. ARONOV & M. GOREN. 2010. First record of the Atlantic island grouper *Mycteroperca fusca* in the Mediterranean Sea. *Marine Biodiversity Records*, 3 (e92): 1-3.
- HOLTHUIS, L. B., A. J. EDWARDS & H. R. LUBBOCK. 1980. The Decapod and Stomatopod Crustacea of St Paul's Rocks. *Zoologische Mededelingen*, 56: 27-51.
- KASSUGA, A. K., K. DIELE & M. HOSTIM-SILVA. 2015. New records of the cleaner shrimp *Lysmata grabhami* (Gordon, 1935) from Brazil, Southwestern Atlantic. *Brazilian Journal of Biology*, 75(4): 936-939.
- LAFFERTY, K. D., A. P. DOBSON & A. M. KURIS. 2006. Parasites dominate food web links. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 103: 11211-11216.
- LAFFERTY, K. D., J. C. SHAW & A. M. KURIS. 2008. Reef fishes have higher parasite richness at unfished Palmyra atoll compared to fished Kiritimati Island. *EcoHealth*, 5: 338-345.
- LIMBAUGH, C. 1961. Cleaning symbiosis. *Scientific American*, 205: 42-49.
- LIMBAUGH, C., H. PEDERSON & JR. F. A. CHACE. 1961. Shrimps that clean fishes. *Bulletin of Marine Science*, 11: 237-257.
- MANNING, R.B., & JR. F. A. CHACE. 1990. Decapod and stomatopod crustacea from Ascension Island, South Atlantic Ocean. *Smithsonian Contribution to Zoology*, 503: 1-91.
- MORAIS, R. A., J. BROWN, S. BEDARD, C. E. L. FERREIRA, S. R. FLOETER, J. P. QUIMBAYO, L. A. ROCHA & I. SAZIMA. 2016. Mob rulers and part-time cleaners: two reef fish associations at the isolated Ascension Island. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, doi:10.1017/S0025315416001041.
- MORENO, E., A. BARRERA & J. CARRILLO. 1978. Primera cita para las aguas de Canarias de *Hippolysmata grabhami* Gordon 1935. *Resultados expediciones científicas del buque oceanográfico "Cornide de Saavedra"*, 7: 257.
- NELSON, J. S. 2006. *Fishes of the World*. 4th ed. John Wiley & Sons Inc. Hoboken, New Jersey, USA, 601.
- QUÉRO, J. C., J. C. HUREAU, C. KARRER, A. POST & L. SALDANHA (eds) 1990. Check-list of the fishes of the eastern tropical Atlantic (CLOFETA). JNICT, Lisbon; SEI, Paris; UNESCO, Paris.
- QUIMBAYO, J. P., S. R. FLOETER, R. NOGUCHI, C. A. RANGEL, J. L. GASPARINI, C. L. S. SAMPAIO, C. E. L. FERREIRA & L. A. ROCHA. 2012. Cleaning mutualism in Santa Luzia (Cape Verde Archipelago) and São Tomé Islands, Tropical Eastern Atlantic. *Marine Biodiversity Records*, 5 (e118): 1-7.
- RANDALL, J. E. 1958. A review of the labrid fish genus *Labroides*, with descriptions of two new species and notes on ecology. *Pacific Science*, 12: 327-347.
- RIOLO, F. & F. BETTI. 2015. First record of Europe's smallest marine fish *Lebetus guilleti* (Gobiidae) in the Italian seas. *Marine Biodiversity Records*, 8: e12.

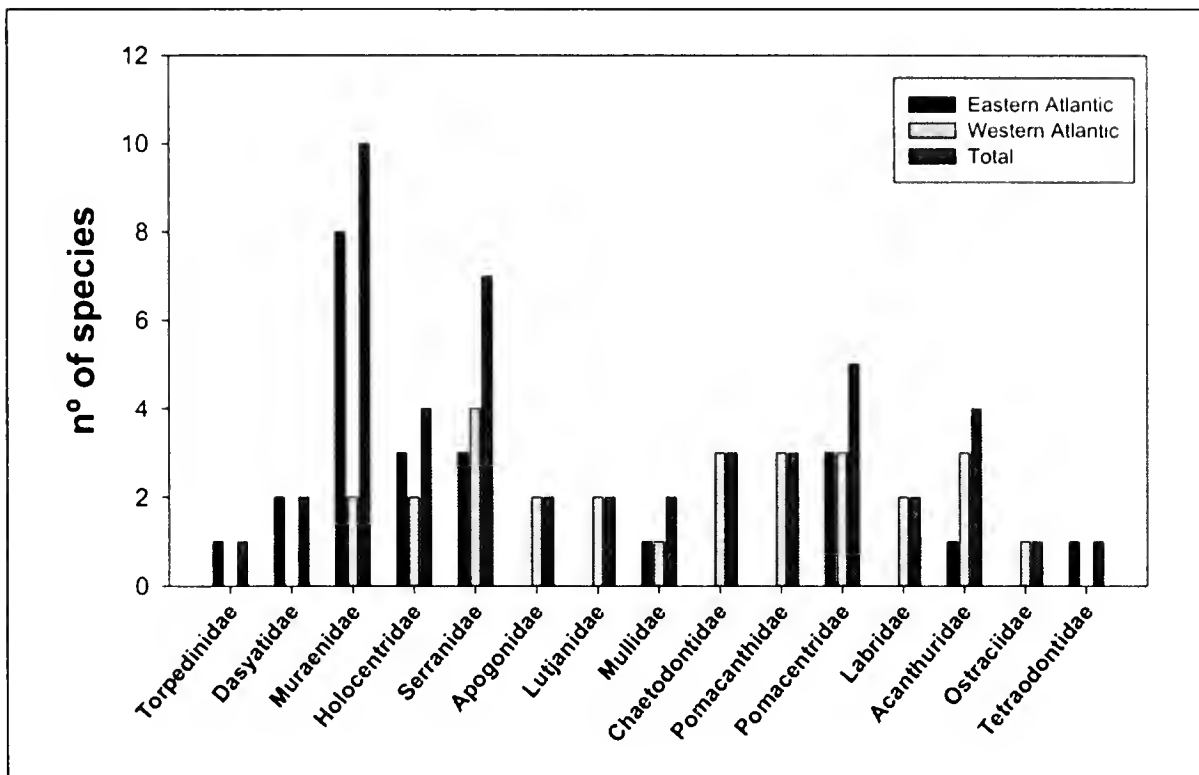
- TÜRKAY, M. 1982. Marine Crustacea Decapoda von den Kapverdischen Inseln mit Bemerkungen zur Zoogeographie des Gebietes. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, 52: 91-129.
- VAN TASSELL, J. L., A. BRITO & S. A. BORTONE. 1994. Cleaning behavior among marine fishes and invertebrates in the Canary Islands. *Cybium*, 18: 117-127.
- WICKSTEN, M. K. 1995. Associations of fishes and their cleaners on coral reefs of Bonaire, Netherlands Antilles. *Copeia*, 1995: 477-481.
- WICKSTEN, M. K. 2009. Interactions with fishes of five species of *Lysmata* (Decapoda, Caridea, Lysmatidae). *Crustaceana*, 82: 1213-1223.
- WIRTZ, P. 1997. Crustaceans symbionts of the sea anemone *Telmatactis cricoides* at Madeira and the Canary Islands. *Journal of Zoology*, 242: 799-811.
- WIRTZ, P. 2003. New records of marine invertebrates from São Tomé Island. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 83: 735-736.
- WIRTZ, P. & H. DEBELIUS. 2003. Mediterranean and Atlantic invertebrate guide. Conchbooks, Hackenheim. 305.
- WIRTZ, P. 2004. Four amphi-Atlantic shrimps new for São Tomé and Príncipe (eastern central Atlantic). *Arquipelago: Life and Marine Science*, 21: 83-85.
- WIRTZ, P. 2011. New records of marine invertebrates from the coast of Senegal. *Arquipelago Life and Marine Sciences*, 28: 7-9.

**Table 1.-** List of records of client fish species of *Lysmata grabhami*.

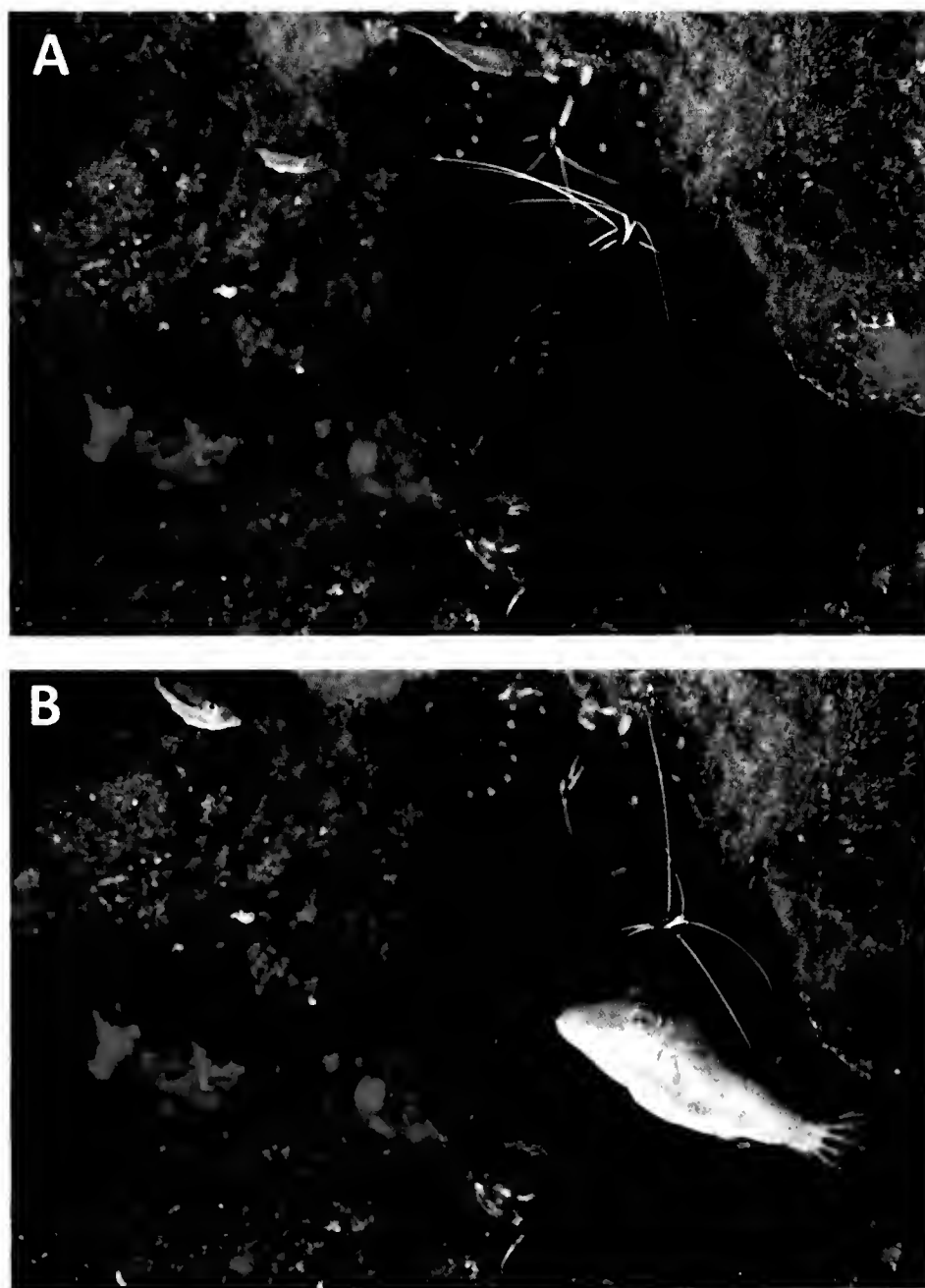
Family	Client fish species	Location	Author
Torpedinidae	<i>Torpedo marmorata</i> Risso, 1810	Canary Islands	Van Tassell <i>et al.</i> (1994); González (1995)
Dasyatidae	<i>Dasyatis pastinaca</i> (Linnaeus, 1758)	Canary Islands	González (1995)
	<i>Taeniura grabata</i> (Geoffroy Saint-Hilaire, 1817)	Canary Islands	González (1995)
Muraenidae	<i>Channomuraena vittata</i> (Richardson, 1845)	Ascension Island	Morais <i>et al.</i> (2016)
	<i>Echidna peli</i> (Kaup, 1856)	São Tomé & Príncipe Islands	Quimbayo <i>et al.</i> (2012)
	<i>Enchelycore anatina</i> (Lowe, 1838)	Canary Islands	Van Tassell <i>et al.</i> (1994); González (1995)
	<i>Enchelycore nigricans</i> (Bonnaterre, 1788)	São Tomé & Príncipe Islands; Ascension Island	Quimbayo <i>et al.</i> (2012); Morais <i>et al.</i> (2016)
	<i>Gymnothorax miliaris</i> (Kaup, 1856)	Santa Marta (Colombia);	Criales & Corredor (1977)
	<i>Gymnothorax moringa</i> (Cuvier, 1829)	Santa Marta (Colombia); Ascension Island	Criales & Corredor (1977); Morais <i>et al.</i> (2016)
	<i>Gymnothorax unicolor</i> (Delaroché, 1809)	Canary Islands; Ascension Island	Van Tassell <i>et al.</i> (1994); González (1995); Morais <i>et al.</i> (2016)
	<i>Muraena augusti</i> (Kaup, 1856)	Canary Islands	Espino <i>et al.</i> (2007)
	<i>Muraena helena</i> Linnaeus, 1758	Canary Islands	Van Tassell <i>et al.</i> (1994); González (1995)
	<i>Muraena melanotis</i> (Kaup, 1859)	São Tomé & Príncipe Islands	Quimbayo <i>et al.</i> (2012)
Holocentridae	<i>Holocentrus adscensionis</i> (Osbeck, 1765)	São Tomé & Príncipe Islands	Quimbayo <i>et al.</i> (2012)
	<i>Holocentrus rufus</i> (Walbaum, 1792)	Santa Marta (Colombia)	Criales & Corredor (1977)
	<i>Myripristis jacobus</i> Cuvier, 1829	Santa Marta (Colombia); São Tomé & Príncipe Islands	Criales & Corredor (1977); Quimbayo <i>et al.</i> (2012)
	<i>Sargocentron hastatum</i> (Cuvier, 1829)	São Tomé & Príncipe Islands	Quimbayo <i>et al.</i> (2012)
Serranidae	<i>Cephalopholis fulva</i> (Linnaeus, 1758)	Bonaire (Netherlands Antilles)	Wicksten (1995)
	<i>Epinephelus adscensionis</i> (Osbeck, 1765)	Bonaire (Netherlands Antilles)	Wicksten (1995)
	<i>Epinephelus marginatus</i> (Lowe, 1834)	Canary Islands	González (1995)
	<i>Mycteroperca fusca</i> (Lowe, 1838)	Canary Islands	This work
	<i>Mycteroperca tigris</i> (Valenciennes, 1833)	Bonaire (Netherlands Antilles)	Wicksten (1995)
	<i>Paranthias furcifer</i> (Valenciennes, 1828)	São Tomé & Príncipe Islands	Quimbayo <i>et al.</i> (2012)
	<i>Rypticus saponaceus</i> (Bloch & Schneider, 1801)	Bonaire (Netherlands Antilles)	Wicksten (1995)



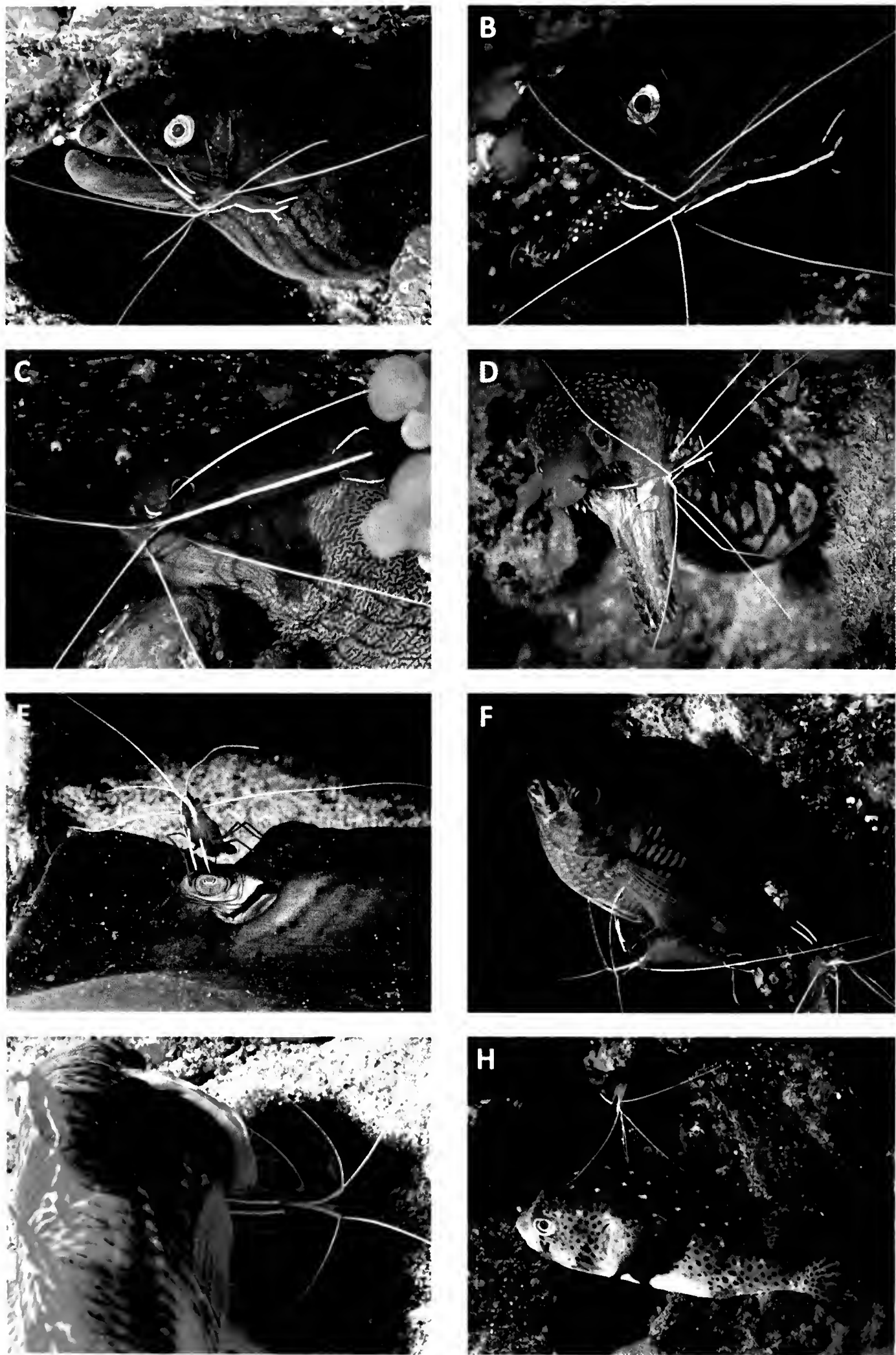
Family	Client fish species	Location	Author
Apogonidae	<i>Apogon binotatus</i> (Poey, 1867)	Santa Marta (Colombia)	Criales & Corredor (1977)
	<i>Paroncheilus affinis</i> (Poey, 1875)	Santa Marta (Colombia)	Criales & Corredor (1977)
Lutjanidae	<i>Lutjanus mahogoni</i> (Cuvier, 1828)	Bonaire (Netherlands Antilles)	Wicksten (1995)
	<i>Ocyurus chrysurus</i> (Bloch, 1791)	Bonaire (Netherlands Antilles)	Wicksten (1995)
Mullidae	<i>Mullus surmuletus</i> Linnaeus, 1758	Canary Islands	Van Tassell <i>et al.</i> (1994); González (1995)
	<i>Pseudupeneus maculatus</i> (Bloch, 1793)	Santa Marta (Colombia)	Criales & Corredor (1977)
Chaetodontidae	<i>Chaetodon capistratus</i> Linnaeus, 1758	Santa Marta (Colombia)	Criales & Corredor (1977)
	<i>Chaetodon sedentarius</i> Poey, 1860	Santa Marta (Colombia)	Criales & Corredor (1977)
	<i>Prognathodes aculeatus</i> (Poey, 1860)	Santa Marta (Colombia)	Criales & Corredor (1977)
Pomacanthidae	<i>Holacanthus ciliaris</i> (Linnaeus, 1758)	Santa Marta (Colombia)	Criales & Corredor (1977)
	<i>Holacanthus tricolor</i> (Bloch, 1795)	Santa Marta (Colombia)	Criales & Corredor (1977)
	<i>Pomacanthus paru</i> (Bloch, 1787)	Santa Marta (Colombia)	Criales & Corredor (1977)
Pomacentridae	<i>Chromis cyanea</i> (Poey, 1860)	Santa Marta (Colombia)	Criales & Corredor (1977)
	<i>Chromis limbata</i> (Valenciennes, 1833)	Madeira; Canary Islands	Wirtz (1997); Wirtz & Debelius (2003)
	<i>Chromis multilineata</i> (Guichenot, 1853)	Santa Marta (Colombia); São Tomé; & Príncipe Islands; Ascension Island	Criales & Corredor (1977); Quimbayo <i>et al.</i> (2012); Morais <i>et al.</i> (2016)
	<i>Stegastes variabilis</i> (Castelnau, 1855)	Santa Marta (Colombia)	Criales & Corredor (1977)
	<i>Similiparma lurida</i> (Cuiver, 1830)	Canary Islands	González (1995)
Labridae	<i>Bodianus rufus</i> (Linnaeus, 1758)	Bonaire (Netherlands Antilles)	Wicksten (1995)
	<i>Clepticus parrae</i> (Bloch & Schneider, 1801)	Santa Marta (Colombia)	Criales & Corredor (1977)
Acanthuridae	<i>Acanthurus bahianus</i> Castelnau, 1855	Santa Marta (Colombia)	Criales & Corredor (1977)
	<i>Acanthurus chirurgus</i> (Bloch, 1787)	Santa Marta (Colombia)	Criales & Corredor (1977)
	<i>Acanthurus coeruleus</i> Bloch & Schneider, 1801	Bahamas; Bonaire (Netherlands Antilles)	Limbaugh <i>et al.</i> (1961); Wicksten (1995)
	<i>Acanthurus monroviae</i> Steindachner, 1876	São Tomé & Príncipe Islands	Quimbayo <i>et al.</i> (2012)
Ostraciidae	<i>Lactophrys triqueter</i> (Linnaeus, 1758)	Santa Marta (Colombia)	Criales & Corredor (1977)
	<i>Lactophrys</i> sp.	Bonaire (Netherlands Antilles)	Wicksten (1995)
Tetraodontidae	<i>Canthigaster capistrata</i> (Lowe, 1839)	Madeira; Canary Islands	Wirtz (1997); Wirtz & Debelius (2003)



**Figure 1.-** Number of fish species, grouped by family, cleaned by *Lysmata grabhami* in both sides of the Atlantic Ocean.



**Figure 2.-** The unpreviously reported interaction between *Lysmata grabhami* and *Mycteroperca fusca*, recorded in the Canary Islands.



**Figure 3.-** Interactions between *Lysmata grabhami* and clients in the Canary Archipelago. *L. grabhami* cleans the jaw of the moray eel *Muraena augusti* (A and B), the brown moray *Gymnothorax unicolor* (C); and the fangtooth moray *Enchelycore anatina* (D); *L. grabhami* inspects the body of the round stingray (*Taeniura grabata*) (E); the damselfish *Chromis limbata*; the gills of the striped red mullet *Mullus surmuletus* (F); and a putative but not confirmed interaction between *L. grabhami* and the spotfin burrfish *Chilomycterus atringa*.

Fecha de recepción: 22 de mayo de 2017 / Fecha de aceptación: 5 de junio de 2017

# Moluscos terrestres y fluviales del Sector Cupeyal del Norte, Parque Nacional Alejandro de Humboldt, Guantánamo, Cuba, con la descripción de nuevas especies

Espinosa, J.<sup>1</sup>, J. Herrera-Uría<sup>2</sup> & J. Ortea<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Oceanología, Avda. 1<sup>ra</sup> no. 18406, E. 184 y 186, Playa, La Habana, Cuba

<sup>2</sup> Museo Nacional de Historia Natural de Cuba. Obispo #61 entre Oficios y Baratillo Habana Vieja, La Habana, Cuba

<sup>3</sup> Departamento BOS, Universidad de Oviedo, Asturias, España

Autores para la correspondencia:

jespinosa@ceniai.inf.cu // janehu@mnhnc.inf.cu

## RESUMEN

Se presenta el catálogo comentado e ilustrado de los moluscos terrestres y fluviales del Sector Cupeyal del Norte, Parque Nacional Alejandro de Humboldt, Guantánamo, Cuba, que incluye un total de 37 especies, de las cuales 18 constituyen nuevas citas para el parque, 8 de ellas propuestas como nuevas la Ciencia: además, se aporta información sobre algunas especies presentes en otros sectores del parque.

**Palabras clave:** Mollusca, Gastropoda, nuevas especies, Parque Nacional Alejandro de Humboldt, Guantánamo, Cuba.

## ABSTRACT

A commented and illustrated catalog of 37 land and freshwater mollusks species from Cupeyal del Norte, Alejandro de Humboldt National Park, Guantánamo, Cuba, is presented, 18 of them are new records to the park and 8 are described as new species, and data's about others land mollusks species of the Park are included.

**Key words:** Mollusca, Gastropoda, new species, Alejandro de Humboldt National Park, Guantánamo, Cuba.

## 1. INTRODUCCIÓN

El Parque Nacional Alejandro de Humboldt (PNAH), designado en 2001 por la UNESCO como Sitio del Patrimonio Mundial Natural de la Humanidad, es el núcleo central de la Reserva de la Biosfera Cuchillas del Toa. El parque se encuentra dividido en cua-

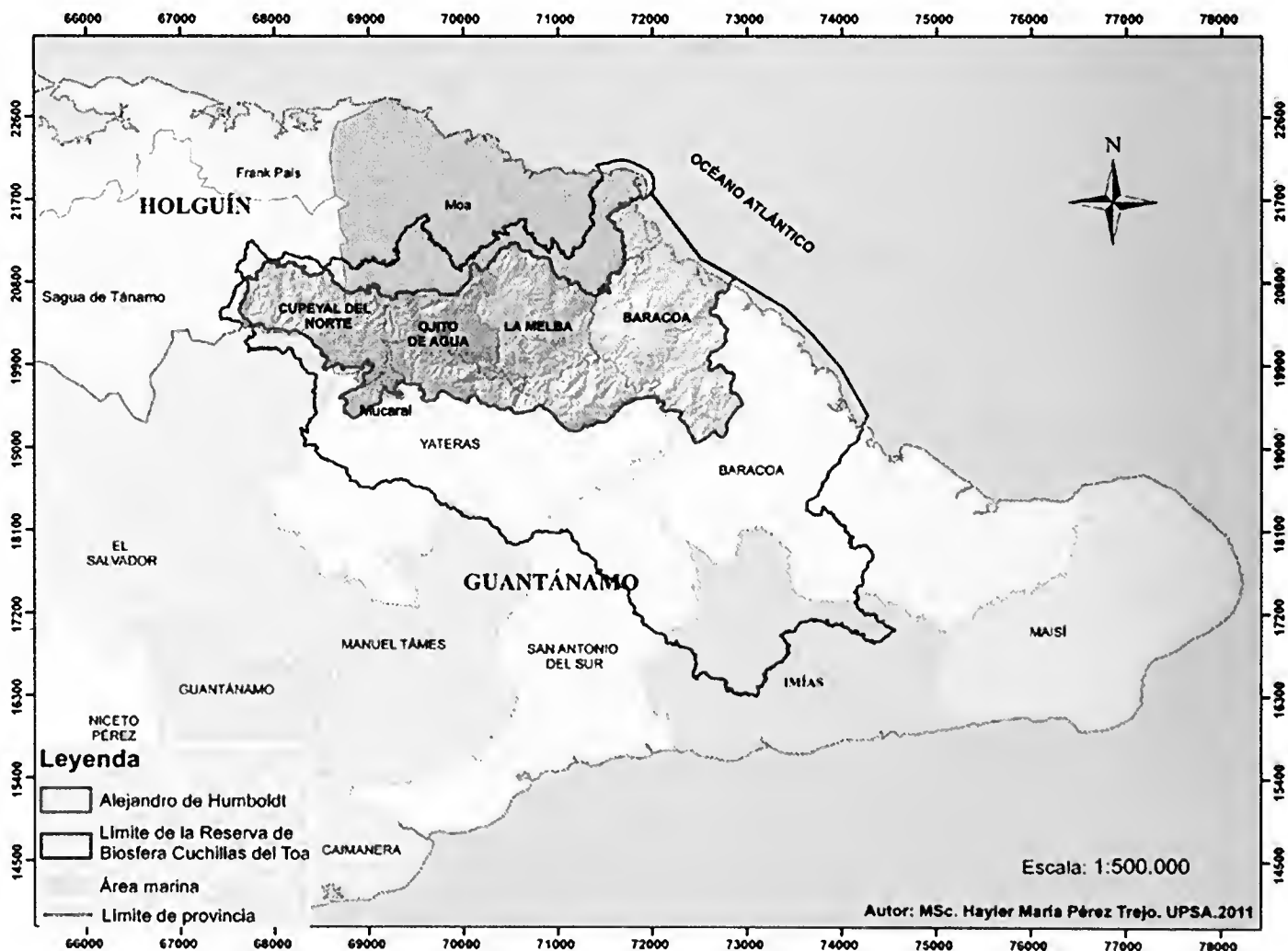
tro sectores, Cupeyal del Norte, Ojito de Agua, La Melba y Baracoa (ZABALA LAHÍTTE *et al.*, 2013).

El sector Cupeyal del Norte, tiene una extensión de 12.532 ha, ubicadas en los municipios Manuel Tames y Yateras, provincia Guantánamo, y Moa y Sagua de Tánamo, provincia Holguín, y se subdivide a su vez en 4 subsectores: Majagual (2.902 ha), Castro (2.710 ha), Guardabosques (5.463 ha) y Mucaral-Munición (1.457 ha), (GARCÍA DE LA CRUZ *et al.* 2013).

Los moluscos terrestres del PNAH fueron inventariados por Maceira (2005), quien reporta un total de 16 familias, 27 géneros, y 45 especies, con un 75.6% de endemismo para los taxones infra genéricos, brindando información adicional sobre las especies introducidas, los hábitats, micro hábitats y la abundancia de la malacofauna en los cuatro sectores que conforman el PNAH. Posteriormente, Fernández-Velazquez *et al.* (2010) adicionan 5 especies para el PNAH y 7 las citan por primera vez para el Sector La Melba, lo que eleva a 50 las especies de moluscos terrestres para el PNAH y a 26 las citadas para el Sector La Melba.

Otros aportes sobre los moluscos terrestres del PNAH son SARASÚA (1976), MACEIRA & LAURANZÓN (2008), SUÁREZ & HERNÁNDEZ (2013) y RODRÍGUEZ COBAS *et al.* (2016), entre otros.

En el presente artículo se presenta el catálogo comentado e ilustrado de los moluscos terrestres y fluviales del subsector Mucaral-Munición, Cupeyal del Norte, PNAH (Figura 1), con datos y figuras adicionales sobre otros taxones registrados para otros sectores del PHNA o de interés para una correcta determinación comparativa. Se enlistan 37 espe-



**Figura 1.-** Esquema de la ubicación del Parque Nacional Alejandro de Humboldt y de Mucaral, Sector Cupeyal del Norte, principal área de estudio (modificado de ZABALA LAHÍTTE *et al.*, 2013).



cies (ordenadas en 12 familias y 24 géneros), de las cuales 18 constituyen nuevas citas para el PNAH, 8 de ellas propuestas como nuevas para la ciencia. Se incluyen las diagnosis y figuras de todas las especies tratadas, para facilitar su identificación por los guarda parques y especialistas ambientales del PNHA.

El material estudiado procede de los inventarios intensivos realizados en el Sector Cupeyal del Norte por la expedición Explore21, ejecutada por el Museo Nacional de Historia Natural de Cuba (MNHNCu), el American Museum of Natural History (AMNH), de Nueva York y la Unidad Presupuestada de Servicios Ambientales Alejandro de Humboldt (UPSAAH), del CITMA, Guantánamo, Cuba, en el otoño del 2015 (véase GOLDBERG *et al.*, 2017), ampliado con muestreos adicionales realizados en abril de 2016, con el apoyo de la UPSAAH, en particular de los sectores Cupeyal del Norte y Baracoa.

En las descripciones de las conchas se utiliza el Índice de desarrollo (Id) propuesto por ORTEA (2014) dado por el cociente entre la longitud (L) y la anchura de la concha (A), ( $Id=L/A$ ), siendo conscientes de las variaciones que puede tener dicho índice por la escultura de los ejemplares. De acuerdo con dicho índice, las conchas serían **muy anchas** cuando su Id es menor de 2; **anchas** entre 2 y 2'4, **estrechas** entre 2'4 y 2'8 y **muy estrechas** si es más de 2'8. Dicho Id no se ha aplicado en conchas inmaduras o de labro filoso.

Los farallones calcáreos de Mucaral están rodeados por suelos ferralíticos rojos con vegetación de pinares, y se presentan como verdaderas islas u oasis para los moluscos terrestres, grupo mayoritariamente calcífico, por lo que su estudio se debe continuar en el futuro, ya que el número de especies de moluscos en estas formaciones geológicas puede ser potencialmente mayor que el aquí registrado.

## 2. SISTEMÁTICA

Clase Gastropoda

Subclase Orthogastropoda

Orden Cycloneritimorpha

Superfamilia Helicinoidea Férussac, 1822

Familia Helicinidae Férussac, 1822

Género *Alcadia* Gray, 1840

Subgénero *Idesa* H. & A. Adams, 1856

*Alcadia (Idesa) spectabilis* (Pfeiffer, 1858)

(Lámina 1)

**Sinónimos:** *Helicina bellula* Gundlach in Pfeiffer; *Helicina bellula* var. *suturalis* Gundlach in Pfeiffer; *Helicina bellula* var. *peripherica* Gundlach in Pfeiffer; *Helicina spectrabilis minor* Pfeiffer; *Helicina bellula* var. *yunquensis* Pfeiffer, *Alcadia spectrabilis venusta* Wagner; *Alcadia bellula bellissima* Wagner; *Alcadia bellula leptochila* Wagner; *Helicina polychroa* Reeve.

**Diagnosis:** Concha globosa, de tamaño pequeño (unos 7,5 mm de diámetro y 6,5 mm de alto), sólida y lustrosa, de color variable, blanco amarillento, amarillo verdoso, pardo amarillento claro, anaranjado pálido, etc., a veces con una línea espiral roja gruesa en la sutura

o en la periferia. Especie arborícola; relativamente común a abundante en Mucaral, donde son frecuentes los ejemplares de color uniforme, amarillo o blanco.

**Distribución:** Por la parte sur de las provincias de Granma, Santiago de Cuba y Guantánamo, incluido la Sierra Maestra, Monte Toro, Monte Líbano, Yateras y el Yunque de Baracoa, al norte de la provincia Guantánamo (véase BOSS & JACOBSON, 1973; ESPINOSA & ORTEA, 1999). Primer registro para el PNAH.

Género *Emoda* H. Adams & A. Adams, 1858

*Emoda pulcherrima pulcherrima* (Lea, 1834)  
(Lámina 2)

**Diagnosis:** Concha globoso depresada, sólida, de tamaño más bien pequeño (hasta 18 mm de diámetro), de color variado, amarillo verdoso o pardo. La escultura axial es fuerte y regular, mientras que la espiral está casi ausente. Peristoma engrosado y moderadamente reflejado.

Los ejemplares que hemos recolectado en Mucaral se corresponden con la forma nominal y se diferencian bien de *E. pulcherrima titanica* (Poey, 1851), que se distribuye por Baracoa y otras localidades cercanas como Mandinga, Bariguá, Veguitas, Mata, Boca de Yumurí, en la provincia Guantánamo, la cual es de tamaño mayor (hasta 29 mm de diámetro), de color más uniformemente pardusco rojizo, con un tinte ocasional verdoso oliváceo (lámina 3).

**Distribución:** provincias Santiago de Cuba, Granma y Holguín (véase CLENCH & JACOBSON, 1971; ESPINOSA & ORTEA, 1999). Primer registro para el PNAH, de Mucaral, Cupeyal del Norte, y La Melba.

*Emoda silacea* (Morelet, 1849)  
(Láminas 4 y 5)

**Sinónimo:** *Helicina ochracea* Poey.

**Diagnosis:** Concha de tamaño mediano a grande (hasta 28,5 mm de diámetro); escultura algo irregular, formada por marcadas líneas de crecimiento; color general amarillo verdoso pálido, a veces con un ligero tinte pardusco.

**Distribución:** Yunque de Baracoa y otras localidades cercanas de la provincia Guantánamo y en Mayarí, provincia Holguín (véase CLENCH & JACOBSON, 1971; ESPINOSA & ORTEA, 1999). Previamente citada para el PNAH, de La Melba por FERNÁNDEZ-VELÁZQUEZ *et al.* (2010), adicionamos a Mucaral, Cupeyal del Norte.

*Emoda poeyana* especie nueva  
(Láminas 6 y 7)

**Material examinado:** Varias conchas y ejemplares recolectados vivos (15/10/2015) en el Hoyo de Mola (localidad tipo), Cupeyal del Norte, PNAH, Guantánamo, Cuba. Holotipo: (10'3 mm de alto y

13'2 mm de diámetro máximo) depositada en el MNHNC (MNHNCu-08.000164); paratipo: (de 10'2 mm de alto y 12'8 mm de diámetro máximo) depositado en el Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana, Cuba, de igual procedencia que el tipo.

**Descripción:** Concha de tamaño pequeño dentro del género, inferior a los 15 mm de diámetro máximo, imperforada, de forma globosa y no depresa, sólida, de superficie brillante y pulida, sin escultura espiral ni axial relevante, marcada sólo por finas e irregulares líneas de crecimiento. Espira poco elevada y algo aguzada, formada por 5 vueltas, una de protoconcha y 4 de teleoconcha, la última suavemente descendente hacia su porción final. La abertura es semilunar, con el peristoma no engrosado, y sin escotadura ni denticulo basal; columela corta y recubierta externamente por el callo parieto-columelar, el cual es amplio y algo engrosado hacia su porción columelar o anterior. Color pardo rojizo, algo más oscuro en la protoconcha y primeras vueltas de la espira, con numerosos y diminutos puntos blancos, algo irregulares en forma y disposición; interior de la abertura casi del mismo color que el resto de la concha. Opérculo auriculado, algo cóncavo, con el margen columelar engrosado, calcáreo en su cara externa y córneo en la interna.

**Etimología:** Nombrada en honor de Don Felipe Poey y Aloy (1799-1891), autor reconocido por sus contribuciones a la ictiología cubana, quien describió 132 especies de caracoles terrestres cubanos, con numerosos datos y observaciones originales. De los artículos contenidos en sus "*Memorias sobre la Historia Natural de la Isla de Cuba*" (1851-1858), 16 corresponden exclusivamente a moluscos.

**Discusión:** El género *Emoda*, endémico de Cuba, contiene hasta el presente 14 especies y 4 subespecies descritas, además de las nominales, todas de mayor tamaño, superior a los 15 mm de largo (véase Clench & Jacobson, 1971), de las que *Emoda poeyana*, especie nueva, se diferencia por su tamaño pequeño y la ausencia de escultura espiral y de escotadura parietal en la inserción posterior del labio externo; *E. pulcherrima pulcherrima* (Lea, 1834), la más parecida para su discusión, es de tamaño mayor, entre 15 y 22 mm de diámetro máximo y tiene su última vuelta marcada por fuertes costillas axiales, gruesas y redondeadas, entre otras diferencias (véase lámina 2).

Es probable que *Emoda poeyana*, especie nueva, sea *Emoda sp.*, citada por Maceira & Lauranzón (2008) de varias localidades de las pluvisilvas del PNAH.

Familia Proserpinidae Gray, 1847

Género *Proserpina* G. B. Sowerby, 1839

Subgénero *Despoenella* H. B. Baker, 1923

Sinónimo: *Odontostoma* d'Orbigny, 1845-53.

***Proserpina (Despoenella) depressa* (d'Orbigny, 1842)**

(Láminas 7 y 8)

**Sinónimos:** *Helicina ptychostoma* Pfeiffer, 1848; *P. depressa rubrocincta* Aguayo & Jaume, 1957 (véase BOSS & JACOBSON, 1975a y b).

**Diagnosis:** Concha de forma helicoidal depresa, muy lisa, pulida y brillante, de tamaño pequeño (de unos 7 a 8 mm de diámetro y 3 mm de alto), aspecto frágil y de color amarillo limón, algo translúcido. Callo parieto columelar muy desarrollado, la abertura es simple, con el labio externo cortante, mientras que en su labio parieto columelar hay dos pliegues muy marcados. Carece de opérculo y el manto recubre la concha.

Las conchas y la morfología externa de los animales de la población de Mucaral muestran algunas diferencias con relación a las del Pan de Guajaibón (localidad tipo) y de otras zonas de la región occidental, pero creemos necesario corroborar su estatus taxonómico con estudios anatómicos.

**Distribución:** Especie endémica de distribución disyunta, con poblaciones en los extremos occidental y oriental de Cuba (véase BOSS & JACOBSON, 1975 a y b), común en Mucaral.

**Nota aclaratoria:** La figura de *P. depressa*, de ESPINOSA & ORTEA (2009, pág. 46, fig. 83), corresponde a *Alcacia (Penisoltia) minima* (d'Orbigny, 1842).

Orden Sorbeoconcha

Superfamilia Cerithioidea Fleming, 1822

Familia Pachychilidae P. Fischer & Crosse, 1892

Género *Pachychilus* L. Lea & H. C. Lea, 1851

*Pachychilus attenuatus* (Anthony in Reeve, 1861)

(Lámina 9A)

**Diagnosis:** Concha de forma cónica alargada, de tamaño grande (14 a 19 mm de largo), de color casi negro uniforme y de vueltas moderadamente convexas y algo redondeadas hacia su porción posterior, dándole a la concha un perfil ondulado característico en la zona sutural. La protoconcha es muy pequeña y por lo general está ausente los adultos, que aparecen decolados, con unas 4 vueltas de teleoconcha, casi lisas, marcadas sólo por algunas líneas de crecimiento muy finas. La abertura es suboval alargada, con un opérculo córneo rojizo.

*P. attenuatus* ha sido considerada, erróneamente, una subespecie de *Pachychilus nigritus* (Poey, 1858), la cual es forma diferente, de lados más rectos, con la última vuelta algo aquillada y de tamaño mayor (de 18 a 27 mm de largo), la cual se distribuye por los ríos y arroyos de la región central de Cuba, como Remedios (localidad tipo), Vega Alta, Sopimpa y Trinidad (véase AGUAYO & JAUME, 1947-51; POINTIER *et al.*, 2005), y aunque ha sido citada para Sagua de Tánamo, Holguín, este último registro debe ser confirmado, ya que, según nuestros estudios, en el río Moa, que atraviesa a los Farallones de Moa, Sector Ojito de Agua, PNAH, la especie que se encuentra es *Pachychilus violaceus* Preston 1911, muy común en los ríos y arroyos del oeste de Baracoa, como Nibujón, Manglarito, Taco, El Toldo y el Santa María; en el nacimiento de este último río, en Monte Iberia, se halla su localidad tipo, en el Sector Baracoa del PNAH.

*P. violaceus* se diferencia de *P. attenuatus* porque es de mayor tamaño (de 25 a 32 mm de largo) con la concha más ancha, de lados más rectos y de color negro intenso con un tinte de color violáceo, a lo que alude su nombre específico (lámina 9B y C).

**Distribución:** Yateras (localidad tipo), río Guaso, río San Felipe, Guantánamo, y en Ensenada de Mora, Granma (Aguayo y Jaume, 1947-1951; Pointier *et al.*, 2005). En Cupeyal del Norte fue encontrada en el Hoyo de Mola, cuyo río al final se llama Angostura (Hayler M. Pérez Trejo, comunicación personal).

Familia Thiaridae Gill, 1871

Género *Tarebia* H. Adams & A. Adams, 1854

*Tarebia granifera* (Lamarck, 1816)

(Lámina 10)

**Diagnosis:** Concha de forma cónica alargada, de tamaño grande, de 30 a 34 mm de largo, de color casi pardo verdoso a pardo oscuro casi uniforme y de vueltas poco convexas a casi rectas, escultradas por débiles costillas axiales y gruesos cordones espirales que forman nódulos bajos y alargados al cruzar las costillas axiales. La protoconcha es muy pequeña, de una y media a dos vueltas y suele estar presente en los ejemplares adultos. Abertura suboval, con el labio externo simple y cortante.

**Distribución:** Especie exótica e invasora de amplia distribución en Cuba (véase Pointier *et al.*, 2005). Se encuentra en casi todos los ríos y arroyos del PNAH, aunque por lo general su abundancia es menor que la registrada para otros cuerpos de aguas lenticas de Cuba, tal vez debido a las fuertes corrientes y frecuentes crecidas de los ríos y arroyos del Parque.

Superfamilia Littorinoidea Children, 1834

Familia Annulariidae Henderson & Bartsch, 1920

Subfamilia Chondropomatinae Henderson & Bartsch, 1920

Género *Diplopoma* Pfeiffer, 1859

Subgenero *Subannularia* Torre & Bartsch, 1941

WATTERS (2006) considera al subgenero *Subannularia* Torre & Bartsch, 1941 como sinonimo del género *Diplopoma s.s.*, posiblemente basado en la similitud del opérculo de las especies de estos dos taxos supra específicos. Sin embargo, la forma, el tamaño y la escultura de las conchas de *Diplopoma s.s.* (especie tipo: *Cyclostoma (Diplopoma) architectonicum* Gundlach in Pfeiffer, 1859), son bien diferentes a las especies de *Subannularia* (especie tipo: *Chonopoma storchi* Pfeiffer, 1861) por lo que lo consideramos un subgénero válido de *Diplopoma* (véase lámina 11), el cual incluye, además, el subgénero *Troschelvindex* Baker, 1924. ESPINOSA & ORTEA (1999) elevaron el subgénero *Subannularia* a categoría genérica, basados en las características de las conchas de sus especies, muy diferentes a las del género *Annularia* Henderson & Bartsch, 1920, dentro del cual fue originalmente propuesto por TORRE & BARTSCH (1941), y a cuya descripción habría que agregar la presencia de microescultura espiral en algunas especies, como *D. lachnneri* (Pfeiffer, 1861).

***Diplopoma (Subannularia) mucaralense* especie nueva**  
(Lámina 12)

**Material examinado:** Varias conchas y ejemplares recolectados vivos (10/2015 y 04/2016) en Mucaral (localidad tipo), Cupeyal del Norte, PNAH, Guantánamo, Cuba. Holotipo: (7'7 mm de largo y 4'5 mm de ancho) depositado en el MNHNC (MNHNCu-08.000165); paratipo: (8'4 mm de largo y 4'4 mm de ancho) depositado en el Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana, Cuba, de igual procedencia que el tipo.

**Descripción:** Concha de tamaño pequeño, de forma cónica alargada, ancha ( $Id=1'71$ ), de color blanco leche algo translúcido. La protoconcha está ausente en todos los ejemplares examinados. Teleoconcha formada por unas 4 vueltas moderadamente convexas, separadas por una sutura estrecha y profunda; última vuelta soluta en casi toda su extensión. Escultura formada por numerosas láminas axiales, muy delgadas, que forman pequeños dentículos laminares sobre la sutura y en ocasiones hacia el hombro y la periferia de las vueltas, alineados en dos hileras espirales que semejan la presencia de escultura espiral, pero sólo en apariencia ya que carece totalmente de ésta. Entre las láminas axiales hay numerosos hilos axiales muy finos y casi microscópicos. Abertura subcircular, rodeada por un peristoma doble y ligeramente crenulado en su borde libre. Opérculo característico del subgénero.

**Etimología:** *mucaralense*, gentilicio alusivo a su localidad tipo, Mucaral, Sector Cupeyal del Norte, PNAH.

**Discusión:** Hasta el presente, el subgénero *Subannularia* incluye 4 especies y 6 subespecies conocidas: *D. jeannereti* (Pffeifer, 1861), de Monte Líbano, Guantánamo, *D. lachneri* (Pffeifer, 1861), de La Catalina, Sagua de Tánamo, Holguín, y *D. storchi* (Pffeifer, 1861), con tres subespecies propuestas: *D. storchi storchi* (Pffeifer, 1861), de Cayo del Rey, Mayarí, Holguín, *D. storchi laevior* (Aguayo, 1953), de Cerro Alto, Corralito, Holguín, y *D. storchi nipensis* Torre & Bartsch, 1941, de los Farallones de Nipe, cerca de Sabanilla, Holguín.

Por su tamaño, forma general de la concha y su color blanco semi translúcido, *Diplopoma mucaralense*, especie nueva, puede ser comparada con *D. lachneri*, la cual se caracteriza por tener verdadera escultura espiral microscópica (lámina 11B). *D. jeannereti* es de color amarillo claro, con las costillas axiales más gruesas, carácter también presente en *D. storchi nipensis*, mientras que la forma de *D. storchi storchi*, es más estrecha y alargada, de concha coloreada.

Aunque *Diplopoma pujalsi* (Aguayo, 1953), de Farallón de Guaro, Mayarí, Holguín (holotipo: 11'4 mm × 5'0 mm), fue originalmente descrita en el género *Subannularia*, algunas características de su concha, como el tamaño y la presencia de escultura axial y espiral marcadas, la ubican en el subgénero *Diplopoma sensu stricto* (véase AGUAYO, 1953).

Genero *Parachondria* Dall, 1905

*Parachondria chordatus guantanamensis* Torre & Bartsch, 1941  
(Lámina 13)

**Diagnosis:** Concha cónica alargada, de tamaño mediano, de 13 a 14'5 mm de largo máximo, de color crema parduzco claro, con hileras espirales de manchitas pardas más oscuras, visibles también en el interior de la abertura y en el borde libre del peristoma. Protoconcha formada por dos vueltas grandes y redondeadas, marcadas de color pardo oscuro en el área sutural. Teleoconcha de unas seis vueltas moderadamente convexas, adornadas por numerosas líneas axiales e hilos espirales más finos, que forman un fino reticulado sobre toda la superficie de la concha. La abertura es grande y casi subcircular, bordeada por un peristoma algo reflejado en su porción palatal y menos expandido en la parieto columelar. Ombligo moderadamente amplio, estrecho, alargado y algo profundo, marcado por dos cordones espirales bien señalados.

La subespecie nominal, *Parachondria chordatus chordatus* (Pfeiffer, 1858), procede de Enramadas, Santiago de Cuba; TORRE & BARTSCH (1941) proponen otras 5 subespecies distribuidas por varias localidades de las provincias Santiago de Cuba, Guantánamo y Holguín (véase ESPINOSA & ORTEA, 1999).

**Distribución:** Yateras y zonas aledañas de la provincia Guantánamo. Numerosas conchas muertas fueron recolectadas en Mucaral, primer registro para el PNAH.

Subfamilia Tudorinae Watters, 2006

Género *Annularisca* Henderson & Bartsch, 1920

Subgénero *Annularella* Henderson & Bartsch, 1920

*Annularisca (Annularella) haylerae* especie nueva  
(Láminas 14-15)

**Material examinado:** Varias conchas y ejemplares recolectados vivos (10/2015; 04/2016) en Mucaral (localidad tipo), Cupeyal del Norte, PNAH, Guantánamo, Cuba. Holotipo: (10'85 mm de alto y 13'3 mm de diámetro máximo) depositado en el MNHNC (MNHNCu-08.000166); paratipo: (10'2 mm de alto y 12'4 mm de diámetro máximo) depositado en el Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana, Cuba, de igual procedencia que el tipo.

**Descripción:** Concha de tamaño pequeño, de forma helicoidal depresa y muy umbilicada. La protoconcha está formada por dos vueltas relativamente grandes, redondeadas, provista de un núcleo bien marcado, con la superficie cubierta por gránulos microscópicos y con débiles costillitas axiales hacia el final de la última vuelta, las cuales ganan en desarrollo en las siguientes dos vueltas de la teleoconcha. La escultura está compuesta por numerosas laminillas axiales, muy finas y unidas entre sí, entre las cuales hay de dos a tres hilos axiales muy finos y casi microscópicos; las laminillas axiales se extienden por la pared interna del ombligo. No existe escultura espiral, sólo se aprecian vestigios en la pared interna del ombligo, aparentemente asociados con la marcada carina que lo bordea. Abertura subovalada,

bordeada por un peristoma doble, en cuya porción posterior forma una aurícula señalada. Color casi uniforme, crema claro a casi blanco, con el interior de la abertura aporcelanado. Opérculo típico del género.

Animal con el cuerpo de color gris claro, cubierto por pequeños gránulos aún más claros, y el extremo anterior de los tentáculos rojizos (lámina 15).

**Etimología:** Nombrada en honor de nuestra colega y amiga MSc. Hayler María Pérez Trejo, Especialista Ambiental de la Unidad Presupuestada de Servicios Ambientales Alejandro de Humbolt (UPSA), CITMA, Guantánamo por su activa participación en las campañas de muestreos de moluscos terrestres del PNAH.

**Discusión:** Hasta el presente y dentro de la familia Annulariidae en Cuba, el subgénero *Annularella* contiene un total de 21 especies y 25 subespecies, considerando las nominales (Maceira & Espinosa, com. pers.) que se distribuyen por el extremo oriental de Cuba, en las provincias Holguín, Santiago de Cuba y Guantánamo. De todas estas especies y subespecies, por su relativa semejanza morfológica y afinidad geográfica, solo 4 merecen ser incluidas en la discusión de *Annularisca (Annularella) haylerae*, especie nueva:

*Annularisca (Annularella) hendersoni* (Torre & Bartsch, 1941), de Monte Líbano, cerca de Guantánamo, (holotipo: 9'8 × 10'4 mm), aunque posee una escultura axial semejante en las vueltas de la espira, su concha es de forma más elevada y estrecha y además posee 7 cordones espirales en la pared interna del ombligo. *Annularisca (Annularella) interstitialis* (Gundlach in Pfeiffer, 1859), de los cafetales de Yateras, Guantánamo (9'8 × 10'7 mm), es de forma más elevada, con la escultura axial primaria más marcada y separada; además, la coloración externa del animal, descrita por GUNDLACH en PFEIFFER (1859, pág. 74), es diferente. *Annularisca (Annularella) toroensis* (Torre & Bartsch, 1941), de Monte Toro o Montoro, al suroeste de Monte Líbano, Guantánamo (holotipo: 10'0 × 10'8 mm), se distingue por su peristoma más estrecho y la presencia de 8 hilos espirales en la pared interna del ombligo. *Annularisca (Annularella) yaterasensis* (Pfeiffer, 1859), de Yateras, Guantánamo (8'0 × 10'2 mm), tiene la escultura axial primaria más marcada y separada y posee 7 hilos espirales en la pared interna del ombligo.

Otra especie presente en el PNAH es *Annularisca (Annularella) cumulata* (Pfeiffer, 1863), citada de la región de Baracoa, es relativamente común en la loma El Retiro, sur de la bahía de Taco, Sector Baracoa (lámina 16A), donde también hemos encontrado conchas muertas de otro Annulariidae: *Chondropoma solidulum solidulum* (Gundlach in Pfeiffer, 1860), cuya distribución abarca desde Baracoa hasta Cayogüin, y puede llegar hasta los límites de este sector del PNAH (lámina 16B).



Superfamilia Rissooidea Gray, 1847  
Familia Truncatellidae Gray, 1840  
Género *Taheitia* H. Adams & A. Adams, 1863

*Taheitia filicosta* (Gundlach in Poey, 1858)  
(Lámina 17A-B)

**Diagnosis:** Concha de forma turriculada y tamaño pequeño, de unos 6 mm de largo y 1'4 mm de ancho. Protoconcha casi siempre ausente en los adultos, formada por algo más de dos vueltas globosas, microscópicamente granulada y con un núcleo pequeño y algo saliente. Teleoconcha de unas seis y media vueltas, convexas, separadas por una sutura profunda y oblicua con relación al eje axial de la concha. Escultura formada por finas costillitas axiales, unas 34 a 36 por vuelta, separadas por espacios intercostales casi del doble del ancho que el de las costillitas, adornados por numerosos hilos espirales microscópicos. La última vuelta de espira no está comprimida; la hendidura umbilical es apenas perceptible. La abertura es elíptica, rodeada por un peristoma simple, excepto en el lado parietal, donde se muestra engrosado. El color es córneo pálido a casi blanco, algo translúcido.

**Distribución:** Caimanera (localidad tipo; POEY, 1858), Yunque de Baracoa (ARANGO, 1878-80) y Mucaral, PNAH, todas en la provincia Guantánamo.

*Taheitia wrighti* (Pfeiffer, 1862)  
(Lámina 17C-D)

**Diagnosis:** Concha de forma turriculada y tamaño pequeño, de unos 6'5 mm de largo y 1'5 mm de ancho. Protoconcha generalmente ausente en los adultos. Teleoconcha de unas seis y media vueltas, convexas, adornadas por unas 16 a 18 costillitas axiales, mucho más estrechas que los espacios intercostales que las separan, y cuya superficie está cubierta por numerosos hilos espirales microscópicos. La abertura es suboval, más estrecha en su porción posterior, rodeada por un peristoma engrosado. Color crema pálido a casi blanco, algo translúcido.

**Distribución:** Yateras (localidad tipo) y Mucaral, PNAH, ambas en la provincia Guantánamo.

**Nota:** MACEIRA (2005) registra otras tres especies de Truncatellidae para el PNAH, *Truncatella caribaensis* Reeve, 1826, *T. pulchella* (Pfeiffer, 1839) y *T. scalaris* (Michaud, 1830). Las especies de este género son costeras, viven muy próximas a la línea de las mareas, debajo de piedras y entre la vegetación marina que recalca a la costa, por lo que con frecuencia son incorrectamente asociadas a la fauna marina y no a la terrestre (véase WARMKE & ABBOTT, 1961). En nuestros inventarios de especies marinas y costeras del Sector Baracoa del PNAH sólo hemos comprobado la presencia de *T. pulchella* [= *T. bilabiata* (Pfeiffer, 1840)], en la parte externa de la bahía de Taco (lámina 17E).

Subclase Pulmonata  
Orden Stymmatophora  
Superfamilia Orthalicoidea Albers, 1860  
Familia Urocoptidae Pilsbry 1898  
Subfamilia Urocoptinae Pilsbry 1898  
Género *Arangia* Pilsbry & Vanatta, 1898

*Arangia humboldtiana* especie nueva  
(Lámina 18A-D)

**Material examinado:** Varias conchas y ejemplares recolectados vivos (10/2015; 04/2016) en Mucaral (localidad tipo), Cupeyal del Norte, PNAH, Guantánamo, Cuba. Holotipo: 12 vueltas (29'4 mm de largo y 7'6 mm de ancho), depositado en el MNHNC (MNHNCu-08.000167); paratipo: 11 vueltas (29'15 mm de largo y 7'2 mm de ancho) depositado en el Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana, Cuba, de igual procedencia que el tipo.

**Descripción:** Concha turriculada, alargada y estrecha (Id= 3'8), de tamaño grande. Columela típica del género, provista de una lamela simple y lisa en el interior de la concha. Protoconcha ausente en el holotipo, pero en un ejemplar juvenil (12'3 × 4'0 mm; lámina 18C) consta de unas tres vueltas algo convexas y aparentemente lisas, pero con granulitos microscópicos visibles con aumento; a partir de dichas tres primeras vueltas comienza el surgimiento de la escultura axial que caracteriza a las siguientes vueltas de la teleoconcha, que en el holotipo consta de unas 12 vueltas moderadamente convexas y de crecimiento casi regular, separadas por una sutura fina y poco profunda; la última vuelta está adherida. La escultura está formada por numerosas costillitas axiales bajas, estrechas, casi regulares y algo retroactivas. En la base de la última vuelta hay una carina o quilla bien desarrollada, marcada por la escultura axial, la cual se extiende en el interior de la estrecha y profunda ranura umbilical. La abertura es relativamente amplia, de forma casi subcircular, bordeada por un peristoma simple, poco engrosado y con un pliegue columelar interno. Color pardo, con zonas claras y oscuras, distribuidas algo irregularmente; el interior de la abertura es pardo brillante con el peristoma casi blanco. Protoconcha de color pardo o pardo amarillento, algo más brillante que la teleoconcha, sobre todo su porción más apical que tiene un núcleo marcado y saliente.

**Etimología:** Nombrada en honor al Parque Nacional Alejandro de Humboldt, Sitio del Patrimonio Mundial Natural de la Humanidad, donde se encuentra su localidad tipo.

**Discusión:** El género *Arangia* es exclusivo de la provincia Guantánamo y hasta el presente reunía 7 especies, en su mayoría endémicas de Monte Toro y Monte Líbano (véase TORRE & BARTSCH, 2008), dos localidades notables de la malacofauna terrestre guantanamera.

Por su tamaño, escultura y la forma general de su concha, *Arangia humboldtiana*, especie nueva, sólo puede ser comparada con *Arangia sowerbyana* (Pfeiffer, 1846), de Monte Líbano, la cual es de tamaño algo mayor (34'3 × 7'0 mm, según TORRE & BARTSCH, 2008), su forma es más alargada y estrecha (Id= 4'9), las vueltas de la teleo-

concha son comparativamente más convexas, con las costillitas axiales algo engrosadas en la periferia de las vueltas, donde forman nódulos pequeños, la abertura es más pequeña y de forma oval y muy oblicua, casi sub rectangular, y sus costillas axiales son retroactivas y encorvadas, un poco sinuosas sobre la mitad de las vueltas, tan anchas como los espacios que los separan y se engruesan en la periferia formando nódulos ligeros, mientras que en *A. humboldtiana*, especie nueva, las costillitas axiales son bajas, estrechas, casi regulares y algo retroactivas.

Genero *Carcinostemma* Jaume & Torre, 1972

*Carcinostemma silvai* especie nueva  
(Lámina 19A-C)

**Material examinado:** Varias conchas y ejemplares recolectados vivos (10/2015; 04/2016) en Mucaral (localidad tipo), Cupeyal del Norte, PNAH, Guantánamo, Cuba. Holotipo: 13 vueltas (16'4 mm de largo y 3'7 mm de ancho) depositada en el MNHNC (MNHNCu-08.000168); paratipo: 13 vueltas (de 16'6 mm de largo y 3'4 mm de ancho) depositado en el Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana, Cuba, de igual procedencia que el tipo.

**Descripción:** Concha turriculada, alargada y estrecha ( $Id= 4'48$ ), de tamaño grande. Columela típica del género, relativamente gruesa y con marcadas lamelas axiales retroactivas, cuyo aspecto recuerda a la columna vertebral de un pequeño pez. Protoconcha ausente en el holotipo, pero en un ejemplar con aspecto inmaduro ( $13'5 \times 3'0$  mm; lámina 19B) que la conserva, consta de unas dos vueltas lisas, que dan paso, paulatinamente, al resto de las vueltas de la teleoconcha, caracterizadas por la presencia de pequeños nodulitos blancos y alargados sobre y en ocasiones debajo de las suturas de las vueltas, siendo el resto de la superficie casi lisa, excepto en la última porción de la última vuelta, que está adornada por costillitas axiales muy finas y laminares, que se proyectan hacia el interior de la estrecha y profunda ranura umbilical de la base de la concha; última vuelta desprendida en menos de un cuarto de su extensión total. La abertura es más o menos sub-circular, rodeada por un peristoma simple y modernamente engrosado. Columela (lámina 19C) típica del género. El color es pardo amarillento en las primeras vueltas de la teleoconcha y luego de color grisáceo claro; el interior de la abertura y el peristoma son aporcelanados.

**Etimología:** Nombrada en honor del Dr. Gilberto Silva Taboada, destacado masto zoólogo cubano, Curador Emérito y Miembro Fundador del Museo Nacional de Historia Natural, de Cuba, profesor y compañero de numerosos eventos y discusiones científicas.

**Discusión:** Según TORRE & BARTSCH (2008), el género *Carcinostemma* incluía hasta el presente solo dos especies: *C. perlata* (Gundlach in Pfeiffer, 1859), de Yateras, Guantánamo, de 12–13'5 mm de largo  $\times$  3'5 mm de ancho ( $Id= 4'08$ ) y 11 vueltas (Pfeiffer, 1859) y *C. biperlata* Torre & Bartsch, 2008, del Cerro de Cananova, Sagua de Tánamo, Holguín, de 13'8 mm  $\times$  3'3 mm ( $Id= 4'18$ ) y 11'5 vueltas (TORRE & BARTSCH, 2008). *Carcinostemma silvai*, especie nueva, se diferencia de ambas especies por su forma más esbelta,

de lados más rectos, vueltas menos convexas y su última vuelta menos desprendida; en general tiende a ser de mayor tamaño para un número semejante de vueltas. Su escultura se asemeja más a *C. bipperlata*, con nódulos sobre y debajo de las suturas, pero estos últimos son menos regulares y desarrollados que en *C. bipperlata*.

El registro de *C. perlata* para El Peñón, La Melba, PNAH, dado por FERNÁNDEZ-VELAZQUEZ *et al.* (2010), debe ser verificado.

Subfamilia Microceraminae Pilsbry, 1904

Género *Macroceramus* Pilsbry & Vanatta, 1898

*Macroceramus canimarensis* (Pfeiffer, 1839)

(Lámina 20A)

**Diagnosis:** Concha poco engrosada y de aspecto frágil, de tamaño mediano (entre 14 a 15 mm de largo y de 5 a 6 mm de ancho), de forma cónico-oval ancha, con unas 10 a 10½ vueltas, moderadamente convexas, adornadas por numerosas costillas axiales retroactivas, más anchas que los espacios intercostales que las separan, y cuyos extremos posteriores festonean las estrechas y poco profundas suturas que separan a las vueltas. La última vuelta es algo globosa y de base redondeada, con un cordón espiral periférico, a manera de una pseudo quilla basal, marcada por las costillas axiales, las que a partir de ese momento se vuelven más señaladas en la base de la concha y penetran en el interior del estrecho y profundo ombligo. La abertura es relativamente grande, de forma casi sub-cuadrangular, rodeada por un peristoma bien reflejado, que tiende a ocultar el ombligo. Color muy distintivo, formado por anchas flámulas axiales pardas y blancas alternas, que se extienden de sutura a sutura, y tienden a alinearse con las de las vueltas vecinas; por debajo de la pseudo quilla basal hay una estrecha banda espiral parda y otra hacia la fasciola umbilical; el peristoma y el interior de la abertura reflejan el patrón de color externo de la concha, mientras que la protoconcha es de color pardo amarillento uniforme.

El género *Macroceramus* contiene 39 especies conocidas en Cuba, más otras 45 subespecies o formas, además de las nominales, lo que unido a la falta de ilustraciones de todos estos taxones propuestos, complican la taxonomía del grupo en nuestra fauna. Por lo general, los *Macroceramus* spp. son arborícolas o fitófilas, y la gran mayoría de sus especies viven en la región oriental de Cuba, en sitios secos y soleados de las costas marinas del sur de las provincias Santiago de Cuba y Guantánamo, también se encuentran en los bosques húmedos y sombreados de Yateras, Monte Toro y localidades cercanas, pero con un menor número de taxones.

**Distribución:** Con amplia distribución en Cuba, desde la provincia Mayabeque hasta la de Guantánamo. TORRE & BARTSCH (2008) proponen la subespecie *M. canimarensis lechuzaensis*, de La Lechuza, San Felipe, Monte Toro, provincia Guantánamo, que se diferencia de la nominal por ser de mayor tamaño (17'1 × 7'5 mm). Primer registro para el PNAH.

*Macroceramus notatus* (Gundlach in Pfeiffer, 1859)  
(Lámina 20B)

**Diagnosis:** Concha de forma cónico-oval ancha, de tamaño mediano (de 12 a 14 mm de largo y de 6 a 7 mm de ancho), con unas 9 vueltas moderadamente convexas, adornadas por costillas axiales finas e irregulares, que se hacen más marcadas hacia la base de la última vuelta, a partir del cordón o quilla basal. Color blanco amarillento o pardusco claro, con manchitas axiales irregulares y la quilla periférica más oscuras, el peristoma y el interior de la abertura reflejan el patrón de color externo de la concha, mientras que la protoconcha es de color pardo amarillento uniforme.

Se diferencia de la especie anterior por su menor tamaño y su forma comparativamente más alargada y estrecha, con el peristoma menos reflejado y una coloración más clara.

**Distribución:** Yateras, Guantánamo es su localidad tipo (véase TORRE & BARTSCH, 2008). Relativamente escasa en Mucaral, primer registro para el PNAH.

Superfamilia Achatinoidea Swaison, 1840  
Familia Subulinidae P. Fischer & Crosse, 1877  
Subfamilia Subulininae P. Fischer & Crosse, 1877  
Género *Subulina* Beck, 1837

*Subulina octona* (Bruguière, 1792)  
(Lámina 21A)

**Diagnosis:** Concha turriculada, alargada y estrecha, de tamaño mediano, de unos 14 a 16 mm de largo, con las vueltas globosas y el ápice obtuso. Protoconcha de una sola vuelta grande. Teleoconcha con unas 8 vueltas convexas, casi lisas, marcadas solo por finas líneas de crecimiento. Abertura pequeña, oval y algo oblicua. Color amarillo ámbar muy claro y translúcido.

**Distribución:** Considerada una especie exótica e invasora, se encuentra en toda Cuba (véase ARANGO, 1878-80), y fue señalada por MACEIRA (2005) para todo el PNAH. Hasta el presente se considera escasa en Mucaral y común en el Sector Baracoa, sobre todo en zonas antropizadas.

Subfamilia Stenogyrinae P. Fischer & Crosse, 1877  
Género *Obeliscus* Beck, 1837  
Subgénero *Stenogyra* Shuttleworth, 1854

*Obeliscus (Stenogyra) maximus* (Poey, 1854)  
(Lámina 21B)

**Sinónimo:** *Stenogyra gigas* Poey, 1854, pág. 395 (*nomen nudum*); ARANGO (1878-80), pág. 90.

**Diagnosis:** Concha de apariencia frágil, imperforada, de forma turriculada, alargada y estrecha, de tamaño mediano, entre 28 a 37 mm de largo y 6 a 8 mm de ancho, con unas 12

vueltas moderadamente convexas, separadas por una sutura estrecha y algo profunda, con la superficie adornada por líneas axiales retroactivas de crecimiento, muy finas. Abertura suboval, relativamente pequeña, con el labio externo simple y cortante y el parieto columelar algo curvado en su porción posterior y casi recto en la anterior, apenas reflejado, con su porción columelar sub torcida y sin ranura umbilical. En los ejemplares vivos y debido al periostraco, el color es ambarino, algo translucido, pero las conchas muertas que han perdido el periostraco son blanquecinas.

**Distribución:** Señalada para varias localidades del extremo oriental de Cuba, de las actuales provincias Guantánamo (Yateras y Baracoa), Santiago de Cuba y de Holguín (Mayarí y Sagua de Tánamo), véase ARANGO (1878-80) y PILSBRY (1906). La presente cita para Mucaral y el Hoyo de Mola, Cupeyal del Norte, representa su primer registro para el PNAH.

*Obeliscus (Stenogyra) princeps* Pilsbry, 1906  
(Lámina 21C)

**Diagnosis:** Concha de apariencia robusta, imperforada, de forma turriculada, alargada y ancha, de tamaño mediano a grande, entre 30 a 44 mm de largo y 9 a 14 mm de ancho, con unas 10'5 vueltas moderadamente convexas. La protoconcha tiene unas dos vueltas muy grandes y globosas, la segunda de unos 2 mm de ancho. Las vueltas de la teleoconcha son de crecimiento regular, con la superficie adornada por líneas axiales retroactivas de crecimiento, muy finas. Abertura suboval algo oblicua, con el labio externo simple y cortante y el parieto columelar suavemente curvado y poco reflejado, con su porción columelar vertical y casi recta. Color blanco leche sin periostraco; con el periostraco es amarillento o amarillo grisoso.

Descrita originalmente como una subespecie de *O. maximus*, de Monte Líbano y otras localidades de la provincia, Guantánamo, su aspecto robusto, de tamaño grande y ancho, y sobre todo su gran protoconcha, la diferencian de todas sus congéneres representadas en Cuba

**Distribución:** A su distribución conocida, Monte Líbano, Guantánamo (véase PILSBRY, 1906), se agrega Mucaral, Cupeyal del Norte. Primer registro para el PNAH.

*Obeliscus (Stenogyra) diegoi* especie nueva  
(Lámina 22)

**Material examinado:** Dos ejemplares recolectados vivos (04/2016) en Mucaral (localidad tipo), Cupeyal del Norte, PNAH, Guantánamo, Cuba. Holotipo: (18'8 mm de largo y 3'9 mm de ancho) depositado en el MNHNC (MNHNCu-08.000169).

**Diagnosis:** Concha de apariencia frágil, imperforada, de forma turriculada, alargada y estrecha (Id= 4'82), de tamaño mediano. La protoconcha consta de una sola vuelta, relativamente pequeña, seguida de dos vueltas de la teleoconcha también pequeñas y estrechas. La teleoconcha tiene unas 9 vueltas moderadamente convexas, separadas por una sutura es-

trecha y algo profunda, con la superficie bien marcada por numerosas líneas axiales retroactivas de crecimiento, muy finas y unidas entre sí. Abertura suboval, relativamente pequeña, con el labio externo simple y cortante y el parieto-columelar apenas curvado en su porción parietal y casi recto en la columelar, donde es ligeramente reflejado y un poco torcido. Color ambarino algo translucido, debido al periostraco.

**Etimología:** Nombrada en honor del campesino Diego Orcalla Rodríguez, destacado integrante del Proyecto COBARB en el PNAH, que promueve el desarrollo de la agricultura local en función de la protección de la naturaleza, por su amistad y apoyo a nuestros muestreos de los moluscos terrestres en Mucaral.

**Discusión:** Por la forma general de su concha *Obeliscus diegoi*, especie nueva, recuerda a *O. maximus* (37 × 8 mm, Id= 4'62; lámina 21B), del cual se diferencia por su menor tamaño y su forma más estrecha, tener la escultura axial mucho más señalada y su protoconcha y primeras vueltas de la teleoconcha evidentemente más pequeñas. Esta última característica también lo distingue de *O. flavus* Pilsbry, 1906, especie de tamaño mayor y comparativamente más estrecha (24 × 4'1 mm, Id= 5'85), cuya protoconcha y primeras vueltas de la teleoconcha son más anchas (láminas 21D y 22B). *O. flavus* fue descrito por PILSBRY (1906) como una subespecie de *O. clavus* Pilsbry, 1906, (20'6 × 3'9 mm, Id= 5,28) de Cabo Haitiano, Haití, La Española, del cual la especie cubana se diferencia por ser más estrecha, tener la abertura un poco más alargada y la concha algo más sólida (véase PILSBRY, 1906); su distribución geográfica ha sido actualizada por MACEIRA & LAURANZÓN (2008).

*O. strictus* (Poey, 1853), registrada de Manzanillo, Bayamo, Cabo Cruz e Isla de la Juventud (véase Pilsbry, 1906), tiene también la escultura axial muy señalada, pero es de tamaño menor y proporcionalmente más ancha (14 × 3 mm, Id= 4'66), con la abertura más estrecha y alargada (véase Poey, 1853, pág. 205, lám. 26, figs. 16-18).

***Obeliscus (Stenogyra) terebraster*** (Lamarck, 1822)  
(Lámina 21E)

**Diagnosis:** Concha de apariencia frágil, imperforada, de forma turriculada, alargada y estrecha, de tamaño mediano, entre 23 a 34 mm de largo y 5 a 5'5 mm de ancho, con unas 9'5 vueltas moderadamente convexas, con la superficie adornada por líneas axiales retroactivas de crecimiento, muy finas. Abertura suboval alargada, con el labio externo simple y cortante y la porción columelar estrecha y casi vertical, solo con una ligera curvatura en el centro. En los ejemplares vivos el color es ambarino algo translucido, debido al periostraco, pero las conchas muertas que han perdido el periostraco son blanquecinas.

**Distribución:** Pilsbry (1906) señala se debe distribuir desde Puerto Rico, su localidad tipo, hasta la región oriental de Cuba, aunque no se ha registrado para La Española. De Cuba se ha reportado de varias localidades orientales (véase ARANGO, 1878-80; PILSBRY, 1906). SARASÚA (1976) lo registra por primera vez para el PNAH, de Monte Iberia, Sector Baracoa, y ahora agregamos Mucaral y el Hoyo de Mola, en Cupeyal del Norte, donde resulta común.

***Obeliscus (Stenogyra) bacillus*** (Pfeiffer, 1861)  
(Lámina 21F)

**Diagnosis:** Concha de apariencia frágil, imperforada, de forma turriculada, alargada y estrecha, de tamaño mediano, entre 16 a 19 mm de largo y 4 a 4'5 mm de ancho, con unas 10 a 11 vueltas, las primeras moderadamente convexas y las dos últimas suavemente aplanadas, con la superficie adornada por numerosas líneas axiales retroactivas de crecimiento, muy marcadas en relación a otros congéneres. Abertura suboval alargada, con el labio externo simple y cortante y la porción columelar solo con una ligera curvatura. En los ejemplares vivos el color es ambarino algo translúcido, debido al periostraco, pero las conchas muertas que han perdido el periostraco son blanquecinas.

PFEIFFER (1861) distingue esta especie de *O. terebraster* y de *O. homalogyrus* (Shuttleworth *in* Pfeiffer, 1851), esta última de la región central de Cuba (lámina 21G), las cuales tienen una columela similar, pero en *O. bacillus* es mucho más estrecha y tiene las vueltas bastante más regularmente descendentes.

**Distribución:** Se distribuye entre La Demajagua, Manzanillo, Granma y Guantánamo (localidad tipo), y fue registrada por ARANGO (1878-80) para Baracoa. En el PNAH sólo la hemos recolectado en El Retiro, al sur de la bahía de Taco, Sector Baracoa; se incluye en el presente inventario de Cupeyal del Norte para completar la representación del género en el PNAH y como elemento de comparación.

Género *Pseudobalea* Shuttleworth, 1854

***Pseudobalea lata*** Pilsbry, 1907  
(Lámina 21H)

**Diagnosis:** Se reconoce fácilmente por ser la única en el PNAH con la concha sinistrorsa, con el sentido de enrollamiento de las vueltas contrario al giro de las manecillas del reloj. Su forma es turriculada, alargada y estrecha, de tamaño pequeño, de unos 6 a 7 mm de largo, de color ámbar algo translúcido, con las vueltas globosas y el ápice obtuso; la abertura es sub cuadrangular, con el labio externo simple y cortante.

**Distribución:** Se ha registrado de Bayamo, Mayarí, Gran Piedra, Guantánamo, Baracoa y otras localidades del extremo oriental de la Isla (ESPINOSA & ORTEA, 1999); también se halla en La Española y Puerto Rico, localidad tipo (PILSBRY 1906). Fue señalada para el PNAH por MACEIRA (2005), del Sector Ojito de Agua y ahora se agrega a Mucaral, Cupeyal del Norte.



Superfamilia Testacelloidea Gray, 1840  
Familia Oleacinidae H. Adams & A. Adams, 1863  
Subfamilia Oleacinidae H. Adams & A. Adams, 1863  
Género *Oleacina* Röding, 1798  
Subgénero *Laevoleacina* Pilsbry, 1907

*Oleacina (Laevoleacina) straminea* (Deshayes, 1819)  
(Lámina 23A)

**Diagnosis:** Concha subfusiforme alargada y algo estrecha, de tamaño grande, de 35 a 38 mm de largo y de 12 a 13'5 mm de ancho, con la espira relativamente corta. Protoconcha de una vuelta grande, más el núcleo que es comparativamente pequeño. La teleoconcha está formada por 7 a 8 vueltas moderadamente convexas, escultradas sólo por finas líneas de crecimiento muy débil y casi imperceptible. La abertura es alargada, estrecha en su porción posterior y más ensanchada en la anterior, con el labio externo simple y algo engrosado, no cortante, y el interno convexo en su porción parietal y cóncavo en la columelar, con la columela casi recta y truncada en su porción anterior. Color pardo amarillento casi translúcido.

**Distribución:** Se reporta para casi toda Cuba (ESPINOSA & ORTEA, 1999). Fue señalada para los cuatro sectores del PNAH por MACEIRA (2005).

Subfamilia Varicellinae H. B. Baker, 1941  
Género *Melaniella* Pfeiffer, 1857

*Melaniella multicosta* (Gundlach in Pfeiffer, 1866)  
(Lámina 23B)

**Diagnosis:** Concha de forma turriculada y tamaño pequeño, de unos 9'5 mm de largo y 2 de ancho, con unas 9 vueltas poco convexas, adornadas con numerosas costillas axiales muy estrechas y poco elevadas, unas 20 en la última vuelta, con varios hilos axiales muy finos y casi microscópicos en los espacios intercostales. La abertura es ovalada a casi subtriangular, con el labio externo simple, poco engrosado y algo reflejado en su porción anterior. Color blanco amarillento algo translúcido. Se ilustra por primera vez en el presente trabajo.

**Distribución:** Conocida hasta ahora solo de su localidad tipo, el Yunque de Baracoa, Guantánamo, fue encontrada en sedimentos terrígenos de Mucaral, Cupeyal del Norte; primer registro para el PNAH.

*Melaniella scalarina* (Gundlach in Pfeiffer, 1866)  
(Lámina 23C)

**Diagnosis:** Concha de forma turriculada y tamaño pequeño, de unos 6 mm de largo y 1'5 mm de ancho, con unas 8 a 9 vueltas moderadamente convexas, adornadas por unas 14

costillas axiales laminares, relativamente gruesas y casi equidistantes entre sí. La abertura es ovalada a casi subtriangular, con el labio externo simple, apenas engrosado y poco reflejado en su porción anterior. Color pardo amarillento algo translúcido.

**Distribución:** Yunque de Baracoa (localidad tipo) y Monte Toro, provincia Guantánamo; fue registrada además por FERNÁNDEZ-VELÁZQUEZ *et al.* (2010) para El Peñón, Sector La Melba, PNAH. Relativamente común en Mucaral

Género *Varicella* Pfeiffer, 1856

*Varicella multilineata* Pilsbry, 1907  
(Lámina 23D)

**Diagnosis:** Concha subfusiforme, oblonga, de tamaño mediano, de hasta 18 mm de largo y 6'9 mm de ancho, con unas 7 vueltas convexas, de las cuales las dos y medias primeras son de protoconcha. Escultura formada por finas líneas axiales, que en las vueltas de la espira se extienden de sutura a sutura y en la última tienen a desvanecerse hacia la periferia, siendo la base de la concha casi lisa. La abertura es suboval, estrecha en su porción posterior y bien ensanchada en la anterior, con el labio externo simple y cortante; la columela es algo recta y abruptamente truncada en la base. Color pardo amarillento muy pálido y casi translúcido.

**Distribución:** Reportada de la cantera del central azucarero Julio Antonio Mella (antiguo Miranda), provincia Santiago de Cuba (véase ESPINOSA & ORTEA, 2009, pág. 18, figura 16). Se agrega a Mucaral, Cupeyal del Norte, primer registro para el PNAH.

Superfamilia Rhytidoidea Pilsbry, 1893

Familia Haplotrematidae H. B. Baker 1925

Género *Haplotrema* Ancey, 1881

Subgénero *Haplomena* H. B. Baker, 1931

*Haplotrema (Haplomena) paucispira* (Poey, 1858)  
(Lámina 24A)

**Diagnosis:** Concha de forma helicoidal deprimida, algo engrosada y de tamaño pequeño a mediano, de unos 10 mm de diámetro máximo, con unas 4 vueltas tubulares, casi lisas, esculturadas sólo por finas líneas de crecimiento; la abertura es casi semicircular y el ombligo muy amplio y profundo. El color en los ejemplares vivos y en las conchas frescas es amarillo pálido.

**Distribución:** Guisa, Holguín, Gibara, Guantánamo y otras localidades del extremo oriental de Cuba (ESPINOSA & ORTEA, 1999). Registrada para el PNAH por Maceira (2005) de los sectores Baracoa y Ojito de Agua. Vive debajo de piedras y otros sustratos apropiados, relativamente común en Mucaral.

Superfamilia Sagdoidea Pilsbry, 1895

Familia Sagdidae Pilsbry, 1895

Género *Hojeda* Baker, 1926

*Hojeda translucens* (Gundlach in Pfeiffer, 1860)

(Lámina 24B)

**Diagnosis:** Concha helicoidal y delgada, de tamaño muy pequeño (7 mm de diámetro máximo), con unas 6 vueltas algo convexas, que paulatinamente incrementan su tamaño, con la última vuelta no descendente. Escultura de finas líneas axiales de crecimiento retráctiles. Abertura semicircular, con el labio externo simple y la porción columelar casi recta y algo reflejada hacia el ancho y profundo ombligo. Color blanco translúcido a ambarino tenue.

FERNÁNDEZ-VELÁZQUEZ *et al.* (2010) citan *H. boothiana* (Pfeiffer, 1839) para El Peñón, Sector La Melba, que se distingue de *H. translucens* por su espira más extendida, su última vuelta algo más descendente y un color pardo ambarino más oscuro. *Helix lava-leana* d'Orbigny, 1842 es un sinónimo de *H. boothiana*, según TRYON (1887), *H. lava-leana* fue figurada por D'ORBIGNY (1841-53; Tabla VIII, figuras 16-19) pero nunca descrita; dichas figuras originales se reproducen en este artículo (lámina 24C), para facilitar la identificación de las dos especies del género *Hojeda* registradas hasta el presente para el PNAH.

**Distribución:** Yunque de Baracoa y localidades cercanas, provincia Guantánamo (Espínosa & Ortea, 2009). Vive en el suelo, debajo de piedras y otros sustratos apropiados. Hasta el presente la consideramos como una especie escasa en Mucaral. Primer registro para el PNAH.

Superfamilia Helicoidea Rafinesque, 1815

Familia Cepolidae Ihering, 1909

Género *Coryda* Albers, 1850

El género *Coryda* es frecuente encontrarlo en la literatura como un subgénero de *Cepolis* Montfort, 1810 (véase por ejemplo THIELE, 1929-1935; AGUAYO & JAUME, 1957; VAUGHT, 1989 y MILLARD, 1996), pero siguiendo a SARASÚA (1976), ESPINOSA & ORTEA (1999, 2009), GONZÁLEZ GUILLÉN (2008) y MACEIRA (2016a-e), se eleva a género en el presente artículo, del cual el género *Histrion* Pfeiffer, 1855 (especie tipo *Helix dennisoni* Pfeiffer, 1853), es un sinónimo.

Identificar las especies, subespecies o formas del género *Coryda*, registradas para Cuba, continúa siendo una dificultad taxonómica sin resolver, inconveniente que se arrastra desde finales del siglo XIX, cuando ARANGO (1878-80) incluye en la sinonimia de *C. alauda* (Férussac, 1821) hasta 9 nombres de otras especies ya propuestas, criterio seguido en parte por (PILSBRY, 1889, págs. 42-44). Sin embargo, algunas de las especies incluidas en esa sinonimia creemos que son válidas y diferentes de *C. alauda*, como *C. strobila* (Férussac, 1821), *C. hebe* (Deshayes in Férussac, 1819) y *C. bizonalis* (Grapteloup, 1839).

Al ser *C. alauda* la especie tipo del género *Coryda* (véase PILSBRY, 1889, págs. 6 y 42), resulta imprescindible dar estabilidad taxonómica al nombre a partir de una correcta

identificación específica, que permita la realización de estudios comparativos con el resto de congéneres cubanos y entre los géneros de la familia Cepolidae. Aunque en el Museo Británico de Historia Natural, hay depositado un sintipo de *C. alauda* (número de catálogo: 1956.6.18.26-35), su imagen no se encuentra disponible en internet, por lo que su status taxonómico lo estableceremos a partir de las descripciones y figuras originales, considerando adecuados los datos de FÉRUSSAC (1822, págs. 212-213, lám. 103, figs. 2 y 3), y cuya traducción y adaptación, ofrecemos a continuación.

***Coryda alauda*** (Férussac, 1821)  
(Láminas 25-26)

*Testa globosa, conoidea, imperforata, glabra, alba; fulvo caerulescente zonata; anfractibus transversim rufolineatis; margine superiore linea fusca interrupto cinctis; apice obtuso.*

**Descripción:** Concha muy bella, variable en su forma y en su coloración, pero siempre fácil de distinguir mediante algunos caracteres constantes que existen en las formas de la abertura y de la columela. La concha es sub-globulosa, a veces un poco aplastada, y otras con espira sub-conoidal. La espira se compone de 5 vueltas convexas, de sutura simple y superficial, vueltas que crecen lentamente, siendo la última en proporción un poco más grande que las precedentes; ella es convexa, con la circunferencia algo deprimida por arriba en la porción que termina en la abertura y se modifica súbitamente por encima de la circunferencia, lo que aproxima la extremidad superior del peristoma. La superficie de la concha es casi lisa, solo con tenues estrías irregulares de crecimiento.

La abertura es oval, semilunar, un poco más ancha que alta y oblicua, con el eje formando un ángulo de unos 45°. Su peristoma, blanco y ancho, es engrosado por dentro y algo reflejado por fuera. La porción columelar se ensancha, se aplasta, se vuelve cortante (filosa) por dentro y termina en una depresión central comparable a un ombligo interior. En el interior de la abertura la concha es parda y a menudo su peristoma está marcado o sombreado con una mancha purpura en la base, o puede tomar una tonalidad parda amarillenta uniforme.

La coloración externa de las conchas es muy variable, siendo la más frecuente las que están adornadas con dos o tres bandas espirales pardo negruzco oscuro, sobre un fondo blanco hueso (leonado), atravesadas por un gran número de líneas axiales desiguales de color pardo oscuro, casi negro. A menudo, estas líneas axiales forman cerca de la sutura una hilera espiral de gruesas manchas pardas brillantes; también ocurre a veces que esas líneas axiales, que ordinariamente cubren toda la concha, no llegan hasta la base y se muestran sólo hasta la periferia de la vuelta. Las bandas espirales pueden variar en número, en ocasiones no hay más que dos muy anchas, separadas en la mitad de la última vuelta por una zona mediana de un bello pardo leonado. En otros individuos queda una sola zona, unas veces la superior y otras la inferior. Las variedades no se limitan a las que acabamos de describir: los colores se mezclan, el blanco, el leonado, el purpura, el negro... se manifiestan a la vez en manchas, en flámulas, por zonas incluso en el mismo individuo.

La forma es muy variable, desde las conchas que son aplastadas a otras con espiras conoides, con todas las posibles variedades intermedias. Los mayores individuos tienen 25 mm de diámetro y 23 de altura, son también las más conoideas. En los más comunes el diámetro es de 24 mm y la altura de 16 mm.

A la adaptación de la descripción de FÉRUSAC (1822) agregamos que la protoconcha está formada por una vuelta grande y redondeada, microscópicamente granulosa. Las conchas de los ejemplares inmaduros son diferentes a la de los adultos, muy frágiles, de paredes delgadas, presentan un pequeño ombligo y son muy coloreadas, con bandas axiales pardas y blancas, alternas y casi regulares; este patrón de color se va modificando con el crecimiento posterior de las vueltas de la teleoconcha (lámina 26).

**Discusión:** La figura original de *C. alauda* (lámina 25A) muestra una concha poco elevada, con la base completamente blanca, al igual que el peristoma, sin embargo, los ejemplares de Mucaral tienen las conchas más elevadas y de tamaños grandes, entre 20 mm de alto y 25 mm de diámetro máximo, su base está coloreada por líneas axiales pardas y el peristoma está teñido de color violáceo (lámina 25B). Otros ejemplares recolectados en Las Novillas, Yateras, Guantánamo, también son grandes y elevados, algunos de coloración muy oscura hasta en la base coloreada y el peristoma es completamente blanco (lámina 25C).

Las ligeras diferencias morfológicas que presentan las conchas de las poblaciones de *C. alauda* de Mucaral y Las Novillas, con respecto a la figura original de esta especie, ya fueron indicadas por FÉRUSAC (1822), por lo que creemos conveniente proponer al municipio Yateras como la localidad tipo de esta especie, por ser los ejemplares que más se aproximan a la descripción y figuras anteriormente señaladas, aunque su distribución geográfica general debe ser precisada en el futuro, dada la confusión taxonómica que ha existido en torno a *C. alauda* y el grupo de especies que se han relacionado con ella.

Otras especies del género, como *C. strobila* (Férussac, 1821), de Baracoa y zonas aledañas (lámina 27A); *C. canescens* (Torre in Aguayo & Jaume, 1957), ¿= *C. avellana* (Férussac, 1821)?, de la boca del río Yumurí y Maisí (lámina 27B); *C. incrustata* (Aguayo & Jaume, 1957), de Barigua; *Coryda armasi* Sarasúa, 1976, de Monte Iberia, Sector Baracoa, PNAH (lámina 27C) y *C. weebiana* (Blanes, 1892), de Maisí (lámina 27D), no parecen guardar una relación directa con *C. alauda*.

**Distribución:** La distribución geográfica histórica señalada para *C. alauda* ha sido “casi toda la antigua provincia Oriente” (véase ESPINOSA & ORTEA, 1999), pero es posible que sea más restringida, principalmente en zonas boscosas del municipio Yateras y áreas próximas de influencia de la provincia Guantánamo. Citada para todos los sectores del PNAH por MACEIRA (2005), es relativamente común en Mucaral.

***Coryda thierryi* especie nueva**  
(Lámina 28A)

**Material examinado:** Dos conchas recolectadas (10/2015) vivos en el Hoyo de Mola (localidad tipo), Cupeyal del Norte, PNAH, Guantánamo, Cuba. Holotipo: (19'5 mm de largo y 23'2 mm de ancho) depositada en el MNHNC (MNHNCu-08.000170).

**Descripción:** Concha fuerte y engrosada, imperforada, de tamaño grande y de forma helicoidal muy ancha ( $Id = 0'84$ ). Protoconcha formada por una vuelta grande y redondeada, microscópicamente granulosa. Teleoconcha con cuatro vueltas convexas, separadas por una sutura relativamente estrecha y profunda. La escultura está formada por numerosas

costillas axiales retroactivas, bajas, anchas y algo irregulares en su desarrollo, separadas por espacios intercostales mucho más estrechos que las costillas. Abertura de forma sub oval, diametralmente alargada, rodeada por un peristoma relativamente ancho, engrosado y reflejado, sobre todo en su porción parieto columelar, la cual es cóncava en toda su extensión. Patrón de color formado por anchas bandas espirales de color pardo oscuro, casi negras, sobre el color de fondo blanco amarillento de la concha; en las primeras dos vueltas, incluida la protoconcha, predomina la banda espiral oscura, pero en las siguientes vueltas las áreas supra y subsuturales son claras, y en la última vuelta la banda espiral oscura se distribuye por encima de la mitad de la vuelta, con el esbozo de otra banda espiral parda menos marcada hacia la base. El interior de la abertura refleja el color externo de la concha, con el peristoma casi blanco, solo con un ligero tinte pardo rosa hacia la base de la concha.

**Etimología:** Nombrada en honor del Dr. Thierry Backeljau, colega y amigo del Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Bruselas, por su gran dedicación al estudio de los moluscos terrestres de muchas partes del mundo.

**Discusión:** Por su patrón de color *Coryda thierryi*, especie nueva, puede ser comparada con *C. bizonalis* (Grapteloup, 1839), mal incluida por ARANGO (1878-80) en la sinonimia de *C. alauda* (Férussac, 1821), que presenta un patrón de coloración algo semejante, con dos bandas espirales oscuras sobre el fondo blanco de la última vuelta, pero estas bandas son más estrechas y unidas en *C. bizonalis*, cuya concha es también más pequeña y de forma más depresa (13 × 22 mm, Id= 0'50), tiene la abertura y el peristoma diferentes y sus primeras vueltas no son oscuras, como ocurre en *C. thierryi*, especie nueva, entre otras diferencias (lámina 28B).

Aunque *C. incrustata* (Aguayo & Jaume, 1957), de la región de Barigua, al este de Baracoa, también presenta bandas espirales oscuras, su disposición es distinta, además, de que su tamaño es mucho menor y la concha es proporcionalmente más elevada (15,0 × 21,4 mm; Id= 0,70). Como bien reconocen AGUAYO & JAUME (1957), *C. incrustata* pertenece al grupo de especies de *C. strobila*. *Coryda lindoni* (Pfeiffer, 1846), de Baire, Jiguaní, Bayamo, Mayarí, Sierra Maestra y otras localidades de la antigua provincia Oriente (véase MACEIRA & LAURANZÓN, 2008), posee un patrón de color algo semejante, pero es de tamaño menor (13 × 18 mm), de concha más globosa y delgada, con las vueltas más redondeadas y lisas, y sin el peristoma tan reflejado y engrosado (lámina 28C), mientras que *C. melanocephala* (Gundlach in Pfeiffer, 1859), con dos subespecies descritas, es también de tamaño más pequeño y patrón de coloración diferente (véase MACEIRA, 2016b y c; lámina 28D).

Por la forma general de la concha y por su escultura y patrón de color, *Coryda thierryi*, especie nueva, se diferencia marcadamente de *C. alauda* y su grupo de especies relacionadas (véanse las láminas 25 y 27).

***Coryda caraballoi* especie nueva**  
(Lámina 29A-B)

**Material examinado:** Varias conchas y ejemplares recolectados vivos en Mucaral (localidad tipo), Cupeyal del Norte, PNAH, Guantánamo, Cuba. Holotipo: (14'8 mm de largo y 21'8 mm de ancho) depositado en el MNHNC (MNHNCu-08.000171); paratipo: (de 14'4 mm de largo y 21'1 mm de ancho) depositado en el Instituto de Ecología y Sistemática, La Habana, Cuba, de igual procedencia que el tipo.

**Descripción:** Concha fuerte y engrosada, imperforada, de tamaño grande y de forma helicoidal muy ancha ( $Id=0'67$ ) y algo depresa. Protoconcha formada por una vuelta grande y redondeada, microscópicamente granulosa. Teleoconcha con cuatro vueltas convexas, separadas por una sutura relativamente estrecha y profunda. La escultura está formada por numerosas líneas axiales retroactivas, finas y algo irregulares en su desarrollo, por lo que la concha parece casi lisa. Abertura de forma sub oval, diametralmente alargada, rodeada por un peristoma relativamente ancho, engrosado y reflejado, sobre todo en su porción parieto columelar, la cual es cóncava en toda su extensión. Color de fondo pardo grisáceo, con numerosas manchitas blancas algo irregulares en su forma y disposición, que tienden a alinearse axialmente; interior de la abertura blanco azulado muy pálido, con el peristoma sombreado de pardo claro.

**Etimología:** Nombrada en honor del Ing. Óscar Caraballo Elías, especialista ambiental del Sector Cupeyal del Norte, de la Unidad Presupuestada de Servicios Ambientales Alejandro de Humbolt (UPSA), CITMA, Guantánamo, por su apoyo y entusiasta participación en los muestreos de los moluscos terrestres.

**Discusión:** Por su forma helicoidal ancha, algo depresa y su patrón de color parduzco con manchitas blancas, *Coryda caraballoi*, especie nueva, se diferencia fácilmente del resto de las especies cubanas conocidas del género. *C. ovumreguli* (Lea, 1831), con dos subespecies descritas, es de tamaño mayor, entre 18 y 24 mm de diámetro máximo, mucho más depresas y con un patrón de coloración diferente en el que destacan punticos negros sobre la concha (véase MACEIRA, 2016d y e, lámina 29C-D). La subespecie nominal se encuentra en Caimanera y los alrededores de la ciudad de Guantánamo y *C. ovumreguli ramsdeni* (Aguayo & Jaume, 1857) en la Socapa y Ciudadmar, Santiago de Cuba.

Género *Cysticopsis* Mörch, 1852

***Cysticopsis lescallei* (Gundlach in Pfeiffer, 1859)**  
(Lámina 30A)

**Diagnosis:** Concha muy frágil, semi-traslúcida, de tamaño mediano (15 mm de diámetro máximo), de forma helicoidal algo elevada, con la escultura limitada a finas líneas de crecimiento algo irregulares en su desarrollo. Abertura sub-circular, con el labio externo simple y cortante y la porción columelar casi recta en la base de la concha. Color pardo verdoso pálido, debido al periostraco, con el ápice rojizo.

Vive en las partes altas de los bosques oscuros, donde muestra cierta predilección por los helechos arborescentes, en los que pasa inadvertido por el color verde hoja intenso del cuerpo del animal, ya que la concha es semitransparente (véase Espinosa & Ortea, 2009, figs. 309-310).

**Distribución:** Pluvisilvas de la Sierra Maestra, como el Pico Turquino y la Gran Piedra, provincia Santiago de Cuba, y en Yateras, Monte Líbano y Mucaral, Cupeyal del Norte, en la provincia Guantánamo. Primer registro para el PNAH.

*Cysticopsis pemphigodes* (Pfeiffer, 1846)  
(Lámina 30B)

**Diagnosis:** Concha muy frágil, de tamaño mediano (hasta 20 mm de diámetro máximo), de forma helicoidal algo elevada y muy aquillada en la última vuelta, con toda la superficie adornada por fuertes costillas axiales, que ondulan en la periferia de la última vuelta. Abertura sub circular, con el labio externo simple y cortante y el parieto-columelar arqueado en toda su extensión. Color pardo, más o menos pálido, aunque el animal es muy oscuro y la concha, que es algo translúcida, parece mucho más oscura de lo que es en realidad.

**Distribución:** Abundante en casi todas las localidades boscosas, húmedas y oscuras de la antigua provincia Oriente. Vive en el suelo, debajo de piedras, hojas y ramas muertas. Señalado por MACEIRA (2005) para el Sector Baracoa y por FERNÁNDEZ-VELÁZQUEZ *et al.* (2010) para La Melba; también es común en Mucaral, Cupeyal del Norte.

**Nota:** Esta especie y la anterior no parecen guardar relación con sus congéneres cubanos de *Cysticopsis*.

Género *Polymita* Beck, 1837

Subgénero *Polymita* Beck, 1837

*Polymita (Polymita) picta fuscolimbata* Torre, 1950  
(Lámina 31)

**Diagnosis:** Concha de forma helicoidal globosa, de tamaño mediano a grande, de paredes delgadas pero sólidas, con unas pocas vueltas de espira, la última ligeramente descendente y la abertura semicircular, con el labio externo simple pero no cortante, sin peristoma engrosado.

Esta subespecie se caracteriza por tener la mancha columelar y las líneas subsutural y de crecimiento pardas o de aspecto córneo, más o menos oscuras y esfumadas o desvanecidas, no definidas. Las conchas pueden ser muy coloreadas, blancas, amarillas, amarillo rojizas, pardas, verdosas y hasta gris azuladas, con tonalidades crema más o menos oscuro, morado claro y distintos tonos de castaño; algunas tienen líneas espirales finas y otras llegan a ser multirayadas. El animal es de color claro.

En las poblaciones de Mucaral predominan las conchas de color verdoso, aunque también se encuentran otras multirayadas y de coloración muy peculiar. El tamaño de estos



ejemplares suele ser grande, y en ocasiones supera los 35 mm de diámetro máximo, pero en general no poseen conchas tan brillantes y vistosas, como las de las poblaciones costeras, cuyo tamaño medio actual es mucho menor.

**Distribución:** Según TORRE (1950) esta subespecie se distribuye al sur y sudeste de la ciudad de Baracoa y es la única de las 5 subespecies de *P. picta* representada en el PNAH (véase ESPINOSA, 2013).

Familia Pleurodontidae Ihering, 1912

Género *Caracolus* Montfort, 1810

***Caracolus sagemon*** (Beck, 1837)  
(Lámina 32A-B)

**Diagnosis:** Concha de forma helicoidal deprimida y aquillada, de tamaño grande, generalmente imperforada, con 5 o 6 vueltas. La abertura es subtriangular rodeada por un peristoma grueso y algo reflejado. Coloración muy variable, generalmente con dos o tres bandas espirales claras y oscuras alternas.

Las poblaciones de Mucaral presentan una coloración muy llamativa, con tres bandas espirales alternas y casi de anchos iguales, de color amarillo o naranja, pardo oscuro y blanco (Lámina 32A-B), muy diferentes a las poblaciones de Hoyo de Mola, que solo tienen dos bandas espirales, blancas y pardo oscuro, casi negro, esta última muy ancha (Lámina 32C). Las diferencias en la coloración de la concha entre ambas poblaciones son tan marcadas, que bien pudieran representar subespecies diferentes, pero *C. sagemon* es morfológicamente muy variable y ya se han descrito 26 subespecies o formas (PÉREZ & ESPINOSA, 1993), y en ocasiones resulta difíciles reconocerlas en la naturaleza.

Para el PNAH se ha propuesto la subespecie *C. sagemon coutini* Clench & Aguayo, 1951, de las márgenes del río Nibujón y localidades cercanas, en el Sector Baracoa, cuyas poblaciones en la loma El Retiro, aledaña a la bahía de Taco, muestran con frecuencia individuos cuya concha es completamente blanca (lámina 32D-F).

**Distribución:** Especie bien representadas en numerosas localidades de la región oriental de Cuba, con poblaciones introducidas y establecidas en otras localidades de la región occidental (véase ESPINOSA & ORTEA, 2009). Común en todo el PNAH (MACEIRA, 2005).

Género *Polydontes* Montfort, 1810

Subgénero *Polydontes* Montfort, 1810

***Polydontes (Polydontes) sobrina*** (Férussac, 1819)  
(Lámina 33A)

**Sinónimo:** *Polydontes crassilabris* (Pfeiffer, 1846)

**Diagnosis:** Concha de tamaño muy grande (50 mm de diámetro máximo), de forma helicoidal depresa, sólida y de paredes muy gruesas. La superficie está adornada por hilos axia-

les, líneas espirales y gránulos casi microscópicos. El color es pardo oscuro debido al periostraco y blanco leche en su ausencia. Se distingue por el grueso peristoma, desprovisto de dentículos internos, que rodea la abertura.

En el PNAH habita otra especie del género, *P. natensoni* Torre, 1938 (lámina 33B), de los alrededores del río Nibujón (localidad tipo) y localidades vecinas, como Santa María y Monte Iberia, en el Sector Baracoa (MACEIRA, 2005), quien señala también para este sector a *P. torrei* Pilsbry, 1938, cuya distribución conocida es el río Toa (ESPINOSA & ORTEA, 1999), el cual atraviesa a todos los sectores del Parque.

**Distribución:** Bosques húmedos de las provincias Santiago de Cuba, Holguín y Guantánamo. Relativamente escasa en Mucaral, Cupeyal del Norte, por la dificultad que existe en encontrar individuos vivos de esta especie, sin embargo, las conchas viejas muertas son muy comunes en el suelo, dando una falsa apreciación de abundancia.

Género *Zachrysia* Pilsbry, 1894

Subgénero *Auritesta* Pilsbry, 1928

*Zachrysia (Auritesta) proboscidea* (Pfeiffer, 1856)

(Lámina 34A)

**Diagnosis:** Concha de tamaño grande (35 a 40 mm de diámetro máximo), de forma helicoidal depresa e imperforada, de paredes relativamente poco engrosadas, pero sólida. Con unas tres vueltas de espira, la primera grande y redondeada de protoconcha, y con la última media vuelta final de su teleoconcha bien prolongada. La escultura está formada por numerosas costillas axiales, estrechas, bajas y retractiles, casi siempre más estrechas que los espacios intercostales que las separan. Color pardo amarillento cuando conserva el periostraco, blanco en su ausencia; peristoma grueso, un poco reflejado y de color blanco leche.

En ocasiones ha sido erróneamente considerada como una subespecie de *Z. guantanamenis* (Poey, 1857), que se distribuye por la provincia de Guantánamo y áreas aledañas de la de Holguín, como Sagua de Tánamo, que aunque es de tamaño semejante, su concha es más elevada, con la escultura axial más gruesa y no tiene su última media vuelta prolongada (lámina 34B).

**Distribución:** Monte Toro y Yateras, provincia Guantánamo (ESPINOSA & ORTEA, 1999). Relativamente común en Mucaral, Cupeyal del Norte, vive en el suelo entre la hojarasca y debajo de ramas y restos de árboles caídos. Primer registro para el PNAH.

### 3. AGRADECIMIENTOS

Dejamos constancia de nuestro reconocimiento a los participantes en la expedición Explore 21 y a todas las instituciones que la apoyaron en el 2015. A los especialistas y pobladores del Sector Cupeyal del Norte, en particular a Óscar Caraballo Elías, Mario López Rodríguez (Chiquitín), Diego Orcalla Rodríguez y Hayler María Pérez Trejo, y a los especialistas del Sector Baracoa Geovanys Rodríguez Cobas, Norvis Hernández Hernández

y Benito Domínguez Labañino, a todos ellos por el apoyo brindado en nuestra expedición a Cupeyal del Norte en abril del 2016.

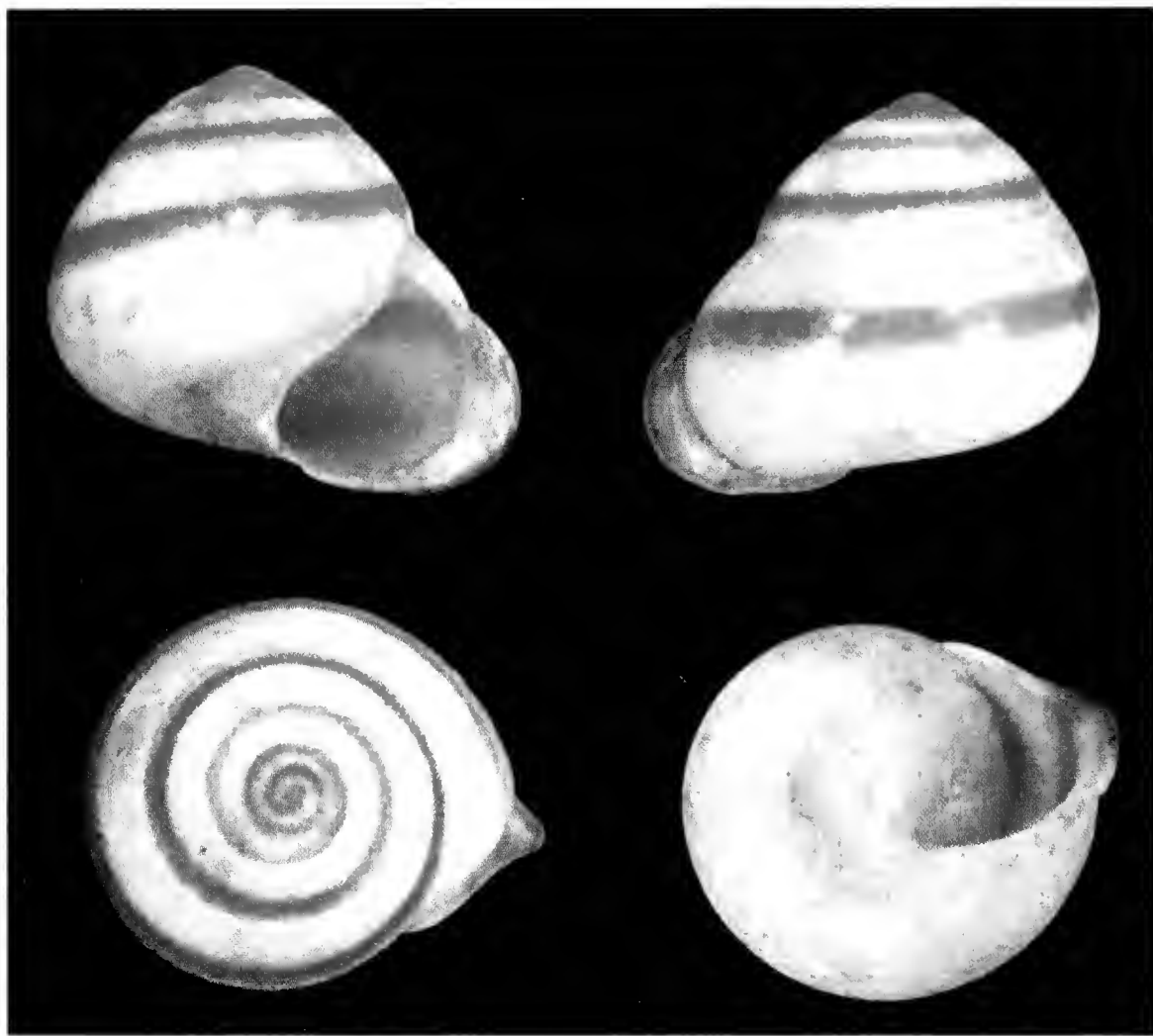
A nuestro colega y amigo Alejandro Fernández, por la revisión del manuscrito, sus oportunos señalamientos y sugerencias, la información y la literatura aportadas.

## BIBLIOGRAFÍA

- AGUAYO, C. G. 1953. Algunos nuevos moluscos terrestres de Cuba Oriental. *Memorias de la Sociedad Cubana de Historia Natural "Felipe Poey"*, 21 (3): 299-314.
- AGUAYO, C. G. & M. L. JAUME. 1947-1951. Catálogo de los moluscos de Cuba. 725 pp. + Índice. La Habana (mimeografiado).
- AGUAYO, C. G. & M. L. JAUME. 1957. Adiciones a la fauna malacológica cubana. I. *Memorias de la Sociedad Cubana de Historia Natural "Felipe Poey"*, 22 (2):117-140.
- ARANGO Y MOLINA, R. 178-1880. *Contribución a la fauna malacológica cubana*. G. Montiel y Cía, La Habana, 280 + 35 pp.
- BOSS, K. J. & M. K. JACKSON. 1973. Monographs of the genus *Alcadia* in Cuba (Molluscs: Prosobranchia; Helicinidae). *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, 145 (7): 311-358.
- BOSS, K. J. & M. K. JACKSON. 1975a. Proserpine snail of the Grater Antilles (Prosobranchia; Helicinidae). *Occasional Papers on Mollusks*, 4(51): 53-90.
- BOSS, K. J. & M. K. JACKSON. 1975b. Catalogue of the taxa of the subfamily Proserpininae (Prosobranchia; Helicinidae). *Occasional Papers on Mollusks*, 4(52): 93-102.
- CLENCH, W. J. & M. K. JACKSON. 1971. Monograph of the Cuban genera *Emoda* and *Glyptemoda* (Mollusca: Archaeogastropoda: Helicinidae). *Bulletin of the Museum Comparative Zoology*, 141(3): 99-130.
- ESPINOSA, J. 2013. *Las Polimitas*. Ediciones Polymita/Ediciones Boloña, 197 pp.
- ESPINOSA, J. & J. ORTEA. 1999. Moluscos terrestres del archipiélago cubano. *Avicennia*, Suplemento 2: 1-137.
- ESPINOSA, J. & J. ORTEA. 2009. *Moluscos terrestres de Cuba*. Spartacus Foundation y Sociedad Cubana de Zoología, 191 pp.
- FERNÁNDEZ-VELÁZQUEZ, A., K. PELLICIER, D. RÍOS TAMAYO & R. SALAZAR DIEZ. 2010. Registros nuevos de moluscos terrestres para el Sector La Melba del Parque Nacional "Alejandro de Humboldt", Cuba. *Cocuyo*, 18: 33-35.
- FÉRUSAC, A. E. J. D'AUDEBARD [Baron de]. 1822. *Histoire naturelle générale et particulière des Mollusques terrestres et fluviátiles*. Arthus-Bertran, Paris (publicado en partes, véase Kennard, A. S. 1942. *Proceedings of the Malacological Society of London*, 25(3): 105-110).
- GARCÍA DE LA CRUZ, A., J. B. LÓPEZ RODRÍGUEZ & O. CARABALLO Elías. 2013. Sector Cupeyal del Norte. En: *Parque Nacional Alejandro de Humboldt la naturaleza y el hombre* (G. Begué-Quiala & J. Larramendi Joa, editores), págs. 38-49.
- GOLDBERG, S. L., M. J. NOVACEK & G. ALAYÓN. 2017. The History of Scientific Relations between Cuba and the American Museum of Natural History (AMNH). 160

- Years of Collecting and Collaborating (1857-2017). *American Museum of Natural History Special Publication*, 132 pp.
- GONZÁLEZ GUILLÉN, A. 2008. *Cuba the landshells paradise*. Greta Editores, 306 pp.
- MACEIRA, D. 2005. Terrestrial Mollusks. En: Parque Nacional Alejandro de Humboldt. *Rapid Biological Inventories Report 14* (G., A. Fong, D. Maceira, W. S. Alverson & J. Shopland, editores). The Field Museum, Chicago, USA, págs. 81-84 y 318-319.
- MACEIRA, D. 2016a. *Coryda armasi* Sarasúa, 1976. En: Hidalgo-Gato, M. M., J. Espinosa y R. Rodríguez-León. (eds.). *Libro Rojo de Invertebrados Terrestres de Cuba*. Editorial Academia, La Habana, págs. 68-69.
- MACEIRA, D. 2016b. *Coryda melanocephala melanocephala* (Gundlach in Pfeiffer, 1859). En: Hidalgo-Gato, M. M., J. Espinosa y R. Rodríguez-León. (eds.). *Libro Rojo de Invertebrados Terrestres de Cuba*. Editorial Academia, La Habana, págs. 69-70.
- MACEIRA, D. 2016c. *Coryda melanocephala perelevata* Pilsbry, 1890. En: Hidalgo-Gato, M. M., J. Espinosa y R. Rodríguez-León. (eds.). *Libro Rojo de Invertebrados Terrestres de Cuba*. Editorial Academia, La Habana, págs. 70-71.
- MACEIRA, D. 2016d. *Coryda ovumreguli ovumreguli* (Lea, 1831). En: Hidalgo-Gato, M. M., J. Espinosa y R. Rodríguez-León. (eds.). *Libro Rojo de Invertebrados Terrestres de Cuba*. Editorial Academia, La Habana, págs. 71-72.
- MACEIRA, D. 2016e. *Coryda ovumreguli ransdeni* Aguayo y Jaume, 1957. En: Hidalgo-Gato, M. M., J. Espinosa y R. Rodríguez-León. (eds.). *Libro Rojo de Invertebrados Terrestres de Cuba*. Editorial Academia, La Habana, págs. 72-73.
- MACEIRA, D. & B. Lauranzón. 2008. Malacofauna terrestre en las pluvisilvas de la Región Oriental de Cuba. En: *La Cuenca del Toa* (Antonio Núñez Jiménez y Liliana Núñez Velis). Colección Cuba: La naturaleza y el hombre. Fundación Antonio Núñez Jiménez de la Naturaleza y el Hombre. La Habana, págs. 226-242.
- MILLARD, V. 1996. Classification of Mollusca. A classification of world wide Mollusca. Self edition, Rhine Road, South Africa, 544 pp.
- ORBIGNY, A. De. 1842-1853. Moluscos. En: *Historia física, política y natural de la Isla de Cuba* (R. de la Sagra, ed.). Tomo 5, 376 págs.
- ORTEA, J. 2014. Cómo integrar Ciencia y Naturaleza: descripción de nuevas especies de *Volvarina* Hinds, 1844 (Mollusca: Marginellidae) de la isla de Guadeloupe y sus islotas satélites (Antillas Menores, Mar Caribe), nombradas en honor de treinta mujeres distinguidas con el Premio L'Oreal-Unesco. *Revista Academia Canaria Ciencias*, Vol. XXVI: 129-188.
- PÉREZ, A. M. & J. ESPINOSA. 1993. Catálogo, claves y bibliografía de la familia Camaenidae (Pulmonata: Stylommatophora) en Cuba. *Revista Biología Tropical*, 43 (3): 667-681.
- PFEIFFER, L. & J. GUNDLACH. 1859. Zur Molluskenfauna der Insel Cuba. *Malakozoologische Blätter*, 6: 66-102.
- PILSBRY, H. A. 1889. Helicidae: Vol. III. *Manual of Conchology, Structural and Systematic, with Illustrations of the species*, (2)5, 216 pp.
- PILSBRY, H. A. 1906. Achatinidae: Stenoryrinae and Coeliarinae. *Manual of Conchology, Structural and Systematic, with Illustrations of the species*, (2)18, 357 pp.

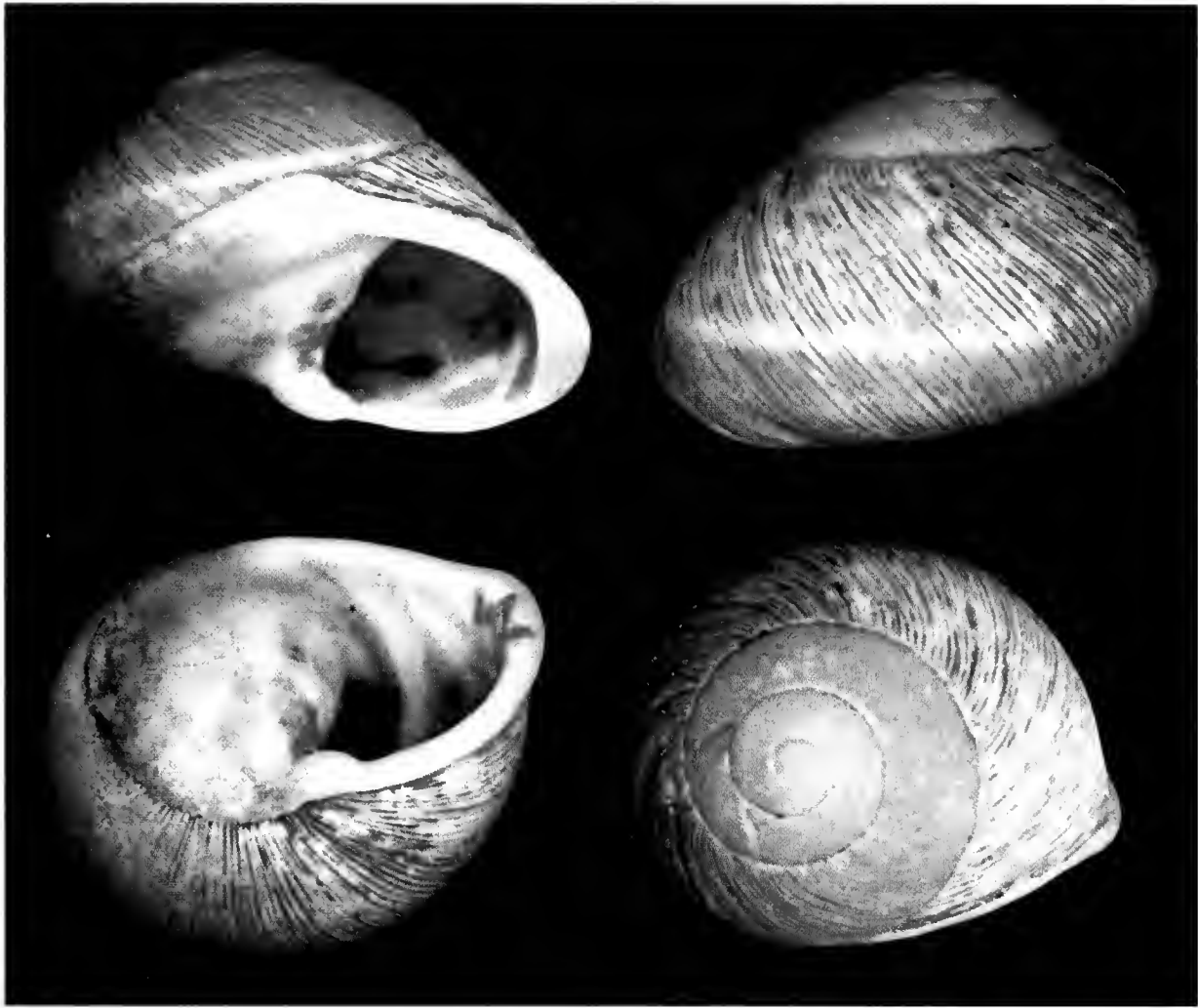
- POINTIER, J. P., M. YONG & A. GUTIÉRREZ. 2005. *Guide of the Freshwater Molluscs of Cuba*. ConchBooks, 119 pp.
- POEY, F. 1853. XV. Especies nuevas de Heliceas, moluscos terrestres inoperculados. En: POEY, F. 1851-1854. *Memorias sobre la Historia Natural de la Isla de Cuba*. I: 1-463, Barcina, La Habana.
- POINTIER, J. P., M. YONG & A. GUTIÉRREZ. 2005. *Guide of the Freshwater Molluscs of Cuba*. ConchBooks, 119 pp.
- RODRÍGUEZ COBAS, G., J. ESPINOSA, J., HERRERA-URÍA, N. HERNÁNDEZ-HERNÁNDEZ, & L. C. MUGUERCIA. 2016. Distribución y densidad poblacional de *Cerion coutini* Sánchez Roig, 1951 (Mollusca: Gastropoda: Pulmonata) en la Bahía de Taco, Parque Nacional Alejandro de Humboldt, Sector Baracoa, Guantánamo, Cuba. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural, Chile*, 65: 83-89
- SARASÚA, H. 1976. Moluscos de Monte Iberia: Especies nuevas y polimitas anómalas. *Poeyana*, 156: 1-7.
- SUÁREZ, A. & N. Hernández. 2013. *Cerion coutini* (Pulmonata, Cerionidae) at Tako Bay Key, Baracoa, Guantánamo, Cuba. *Tentacle*, 21: 5-7.
- THIELE J. 1929-1935. *Handbuch de systematischen Weichtierkunde*. Fischer, Jena, 1154 pp.
- TORRE, C. DE LA. 1950. El género *Polymita*. *Memorias de la Sociedad Cubana de Historia Natural "Felipe Poey"*, 20 (1): 5-21.
- TORRE, C. DE LA & P. BARTSCH. 1941. The Cuban operculate land mollusks of the family Annullaridae, exclusive of the subfamily Chondropominae. *Proceeding U. S. National. Museum*, 89 (3096): 131-385.
- TORRE, C. DE LA & P. BARTSCH. 2008. *Los moluscos terrestres cubanos de la familia Urocoptidae*. Editorial Científico-Técnica, 800 pp.
- TRYON, G. W. Jr. 1887. Helicidae: - Vol. I. *Manual of Conchology; Structural and Systematic. With Illustrations of the Species*. Vol. III, 313 pp. + 63 láms.
- VAUGHT, K. C. 1989. *A classification of the living Mollusca*. American Malacologists. Melbourne, Florida, xii + 189 pp.
- WARMKE, G. L. & R. T. Abbott, 1961. *Caribbean Seashells*. Livingston Publishing Company: Wynnewood, PA, 229 pp.
- WATTERS, G. T. 2006. *The Caribbean land snail family Annulariidae: A revision of the higher taxa and a catalog of the species*. Backhuys Publisher. Leiden-The Netherlands, 557 pp, 10 figs., 56 maps, 1 appendix.
- ZABALA, B., PÉREZ, H. M., GUARAT, R. F. & A. MEDINA. 2013. Caracterización general, física-geográfica y de la biodiversidad del Parque Nacional Alejandro de Humboldt. En: *Parque Nacional Alejandro de Humboldt la naturaleza y el hombre* (G. Begué-Quiala & J. Larramendi Joa, editores), pp. 14-37.



**Lámina 1.-** *Alcadia (Idesa) spectabilis* (Pfeiffer, 1858), Mucaral, Cupeyal del Norte, PNAH, Guantánamo (6'8 × 6'9 mm).



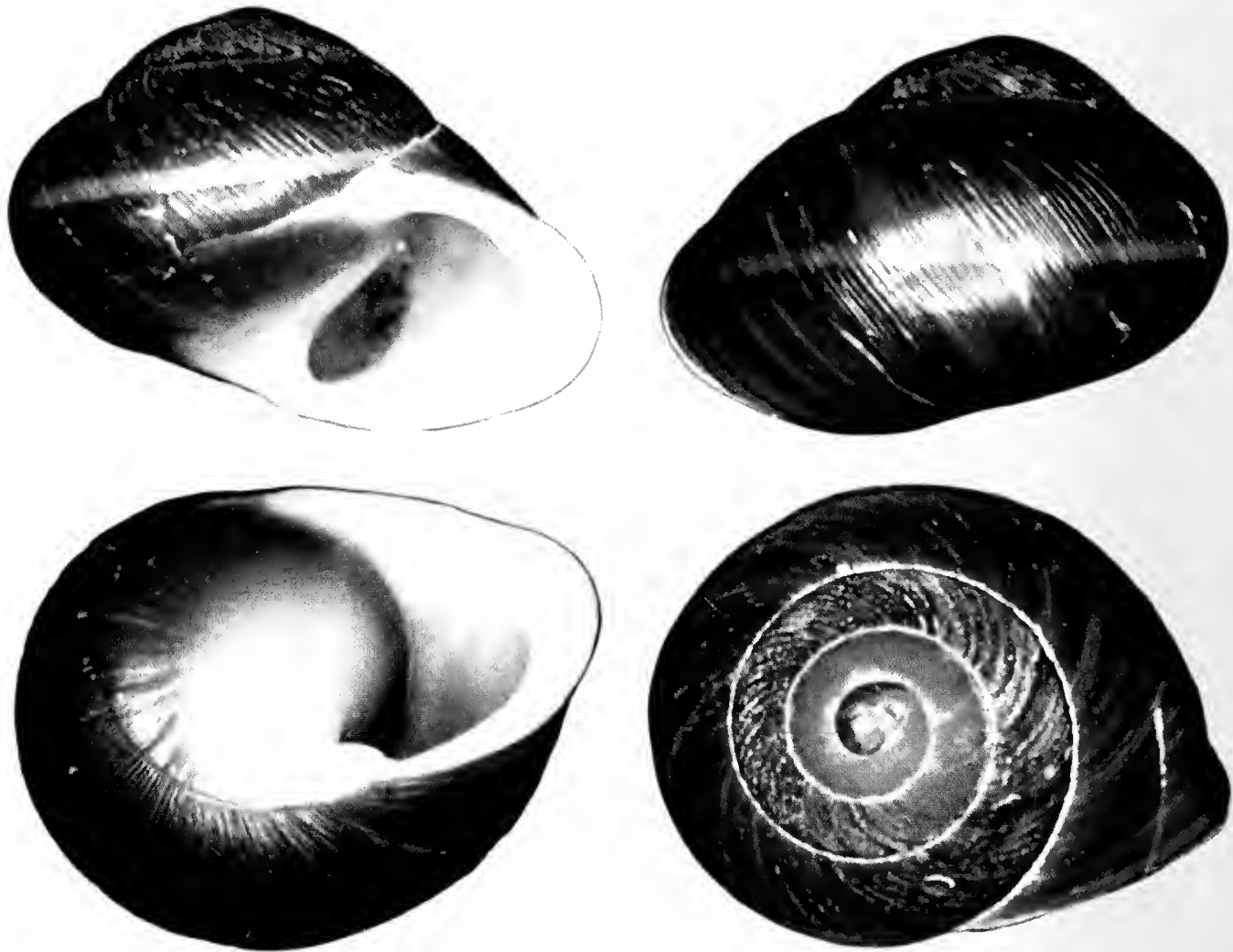
**Lámina 2.-** *Emoda pulcherrima pulcherrima* (Lea, 1834), Mucaral, Cupeyal del Norte, PNAH, Guantánamo (13'5 × 19'1 mm).



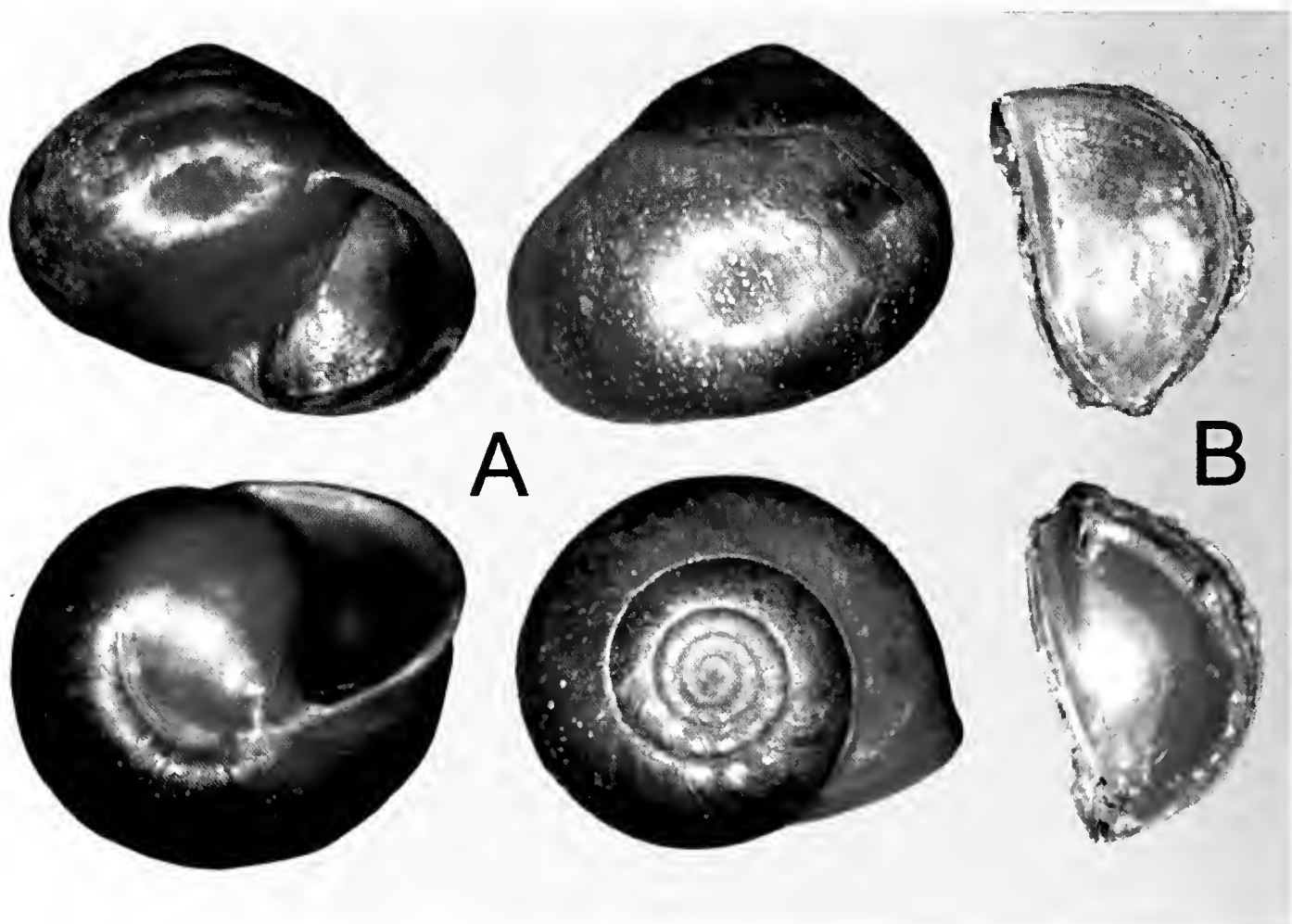
**Lámina 3.-** *Emoda pulcherrima titanica* (Poey, 1851), bahía de Mata, Baracoa, Guantánamo (20'5 × 26'1 mm).



**Lámina 4.-** *Emoda silacea* (Morelet, 1849), Mucaral, Cupeyal del Norte, PNAH, Guantánamo, morfo de color verde (17'2 × 27'5 mm).

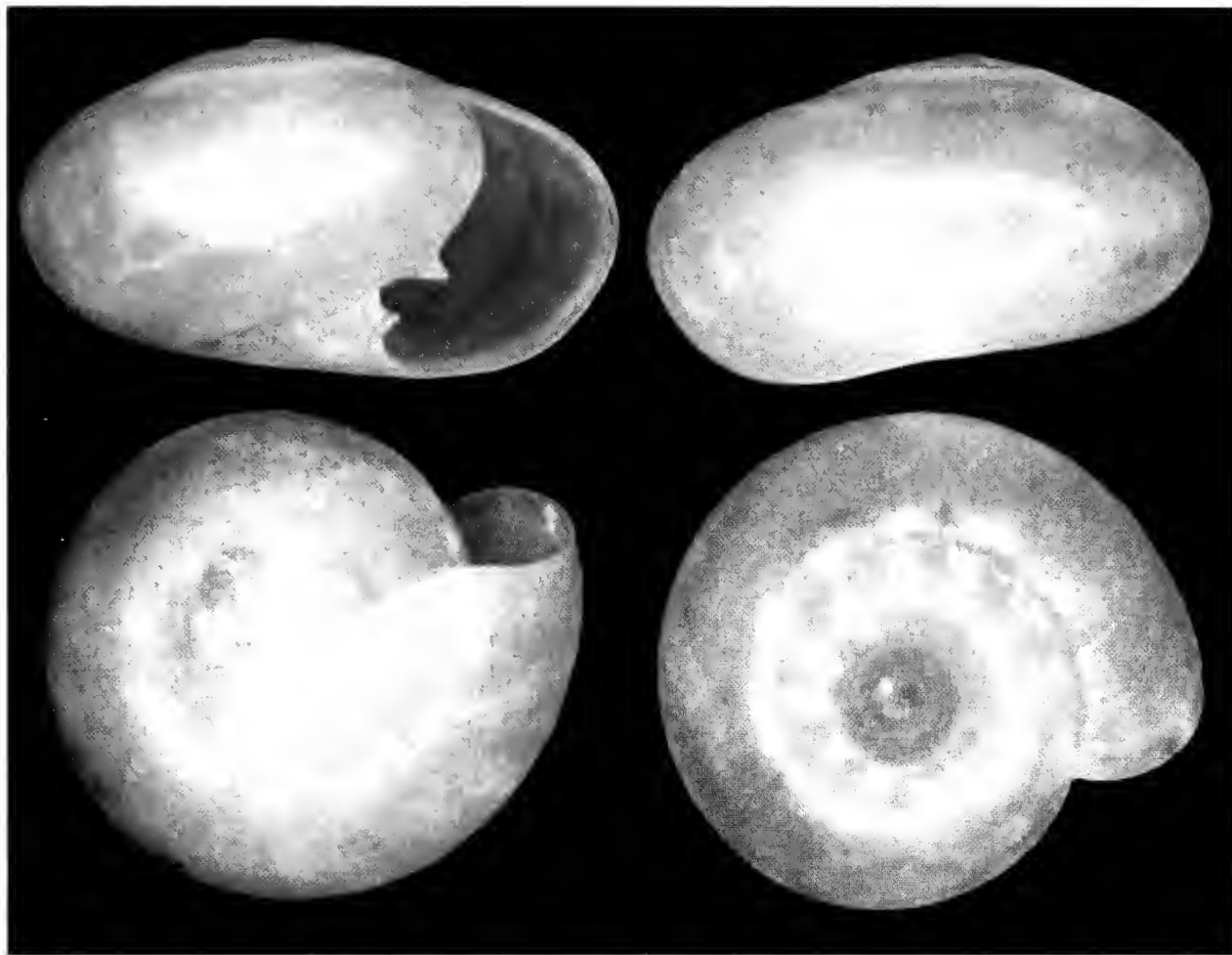


**Lámina 5.-** *Emoda silacea* (Morelet, 1849), Mucaral, Cupeyal del Norte, PNAH, Guantánamo, morfo de color pardo rojizo (17'4 × 27'8 mm).

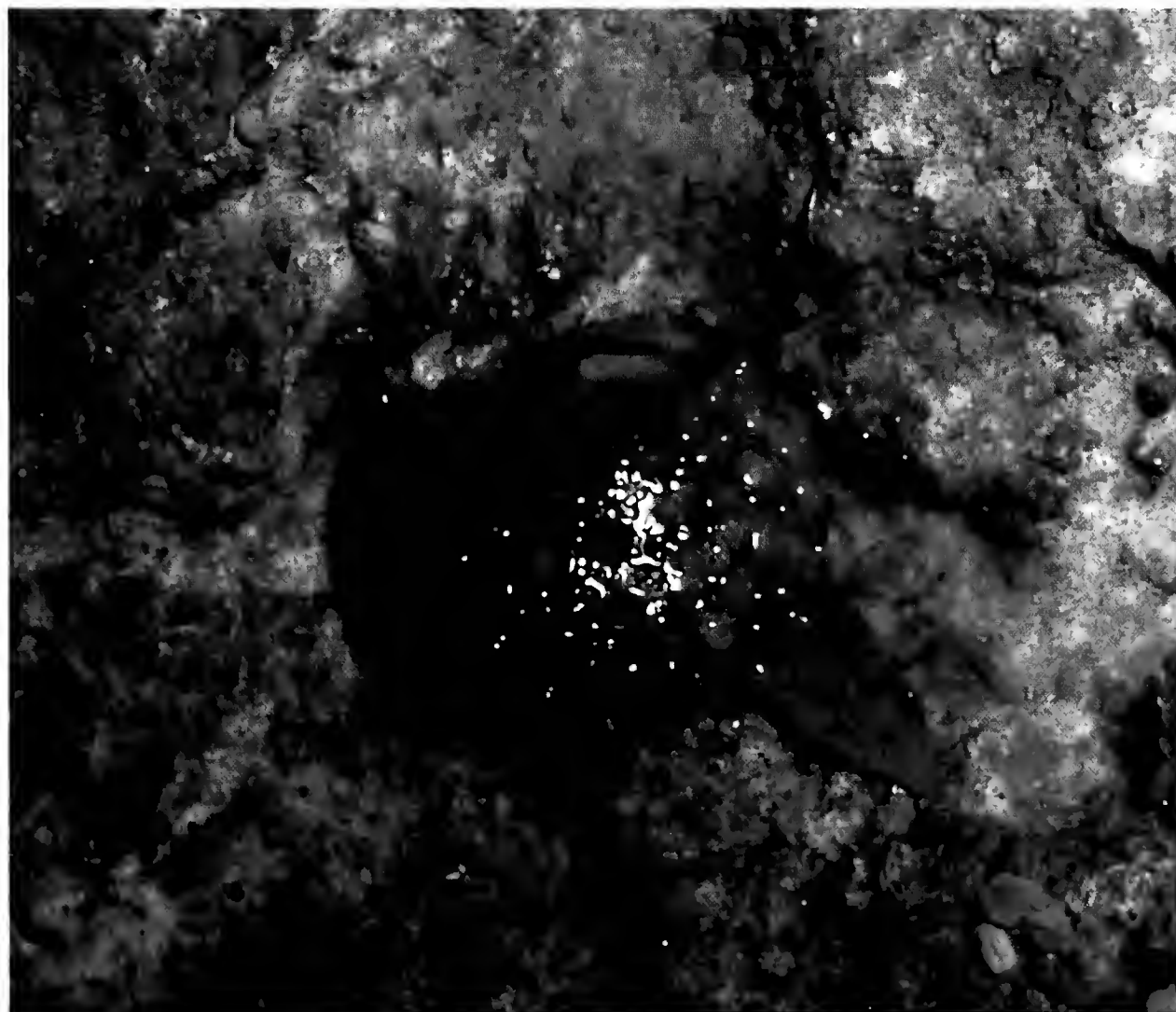


**Lámina 6.-** *Emoda poeyana*, especie nueva. A: Holotipo (10'3 × 13'2 mm), Hoyo de Mola, Cupeyal del Norte, PNAH, Guantánamo. B: Detalle del opérculo.

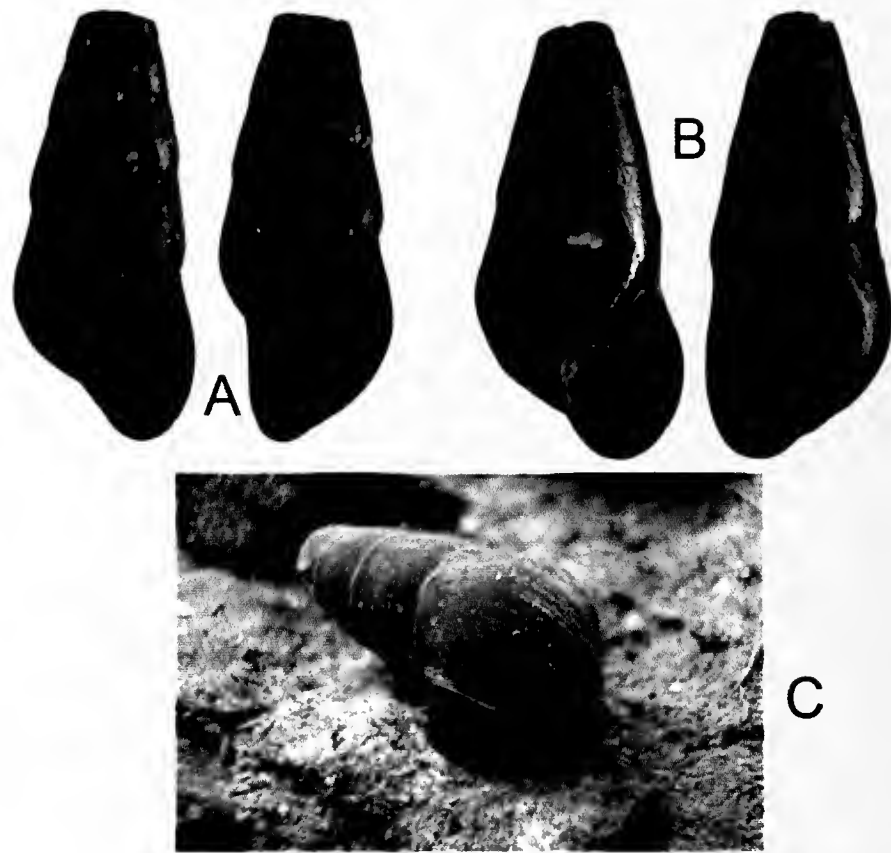




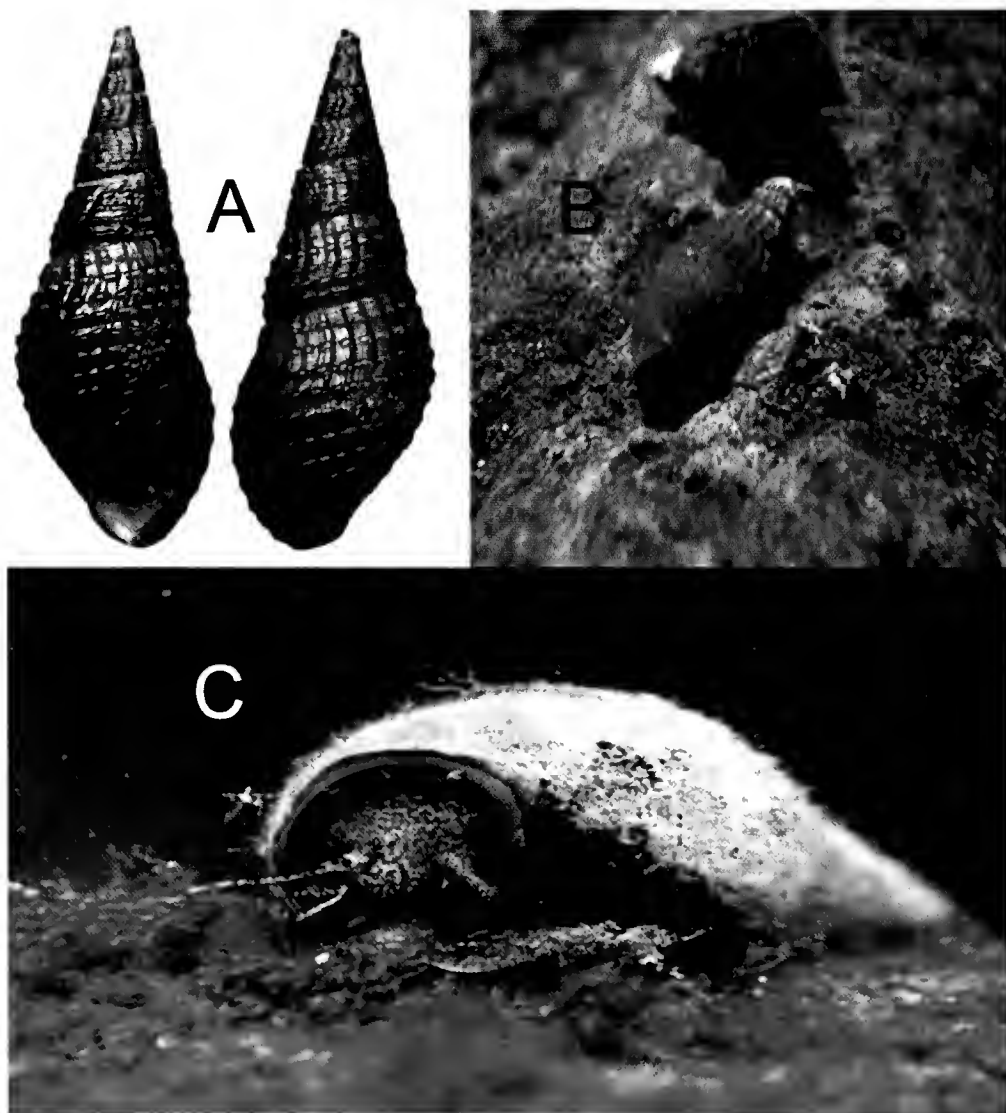
**Lámina 7.-** *Proserpina (Despoenella) depressa* (d'Orbigny, 1842), Mucaral, Cupeyal del Norte, PNAH, Guantánamo (4'2 × 7'5 mm).



**Lámina 8.-** *Proserpina (Odontostoma) depressa* (d'Orbigny, 1842), Mucaral, Cupeyal del Norte, PNAH, Guantánamo, detalle del animal en vida.



**Lámina 9.-** A: *Pachychilus attenuatus* (Anthony in Reeve, 1861), Hoyo de Mola, Cupeyal del Norte, PNAH, Guantánamo (20'15 × 8'4 mm). B-C: *Pachychilus violaceus* Preston, 1911, arroyo Manglarito, Sector Baracoa, PNAH, Guantánamo. B: concha (26'8 × 11'5 mm). C: animal en su hábitat.



**Lámina 10.-** *Tarebia granifera* (Lamarck, 1816). A: concha (31'5 × 11'3 mm). B-C: detalles del animal en su hábitat.

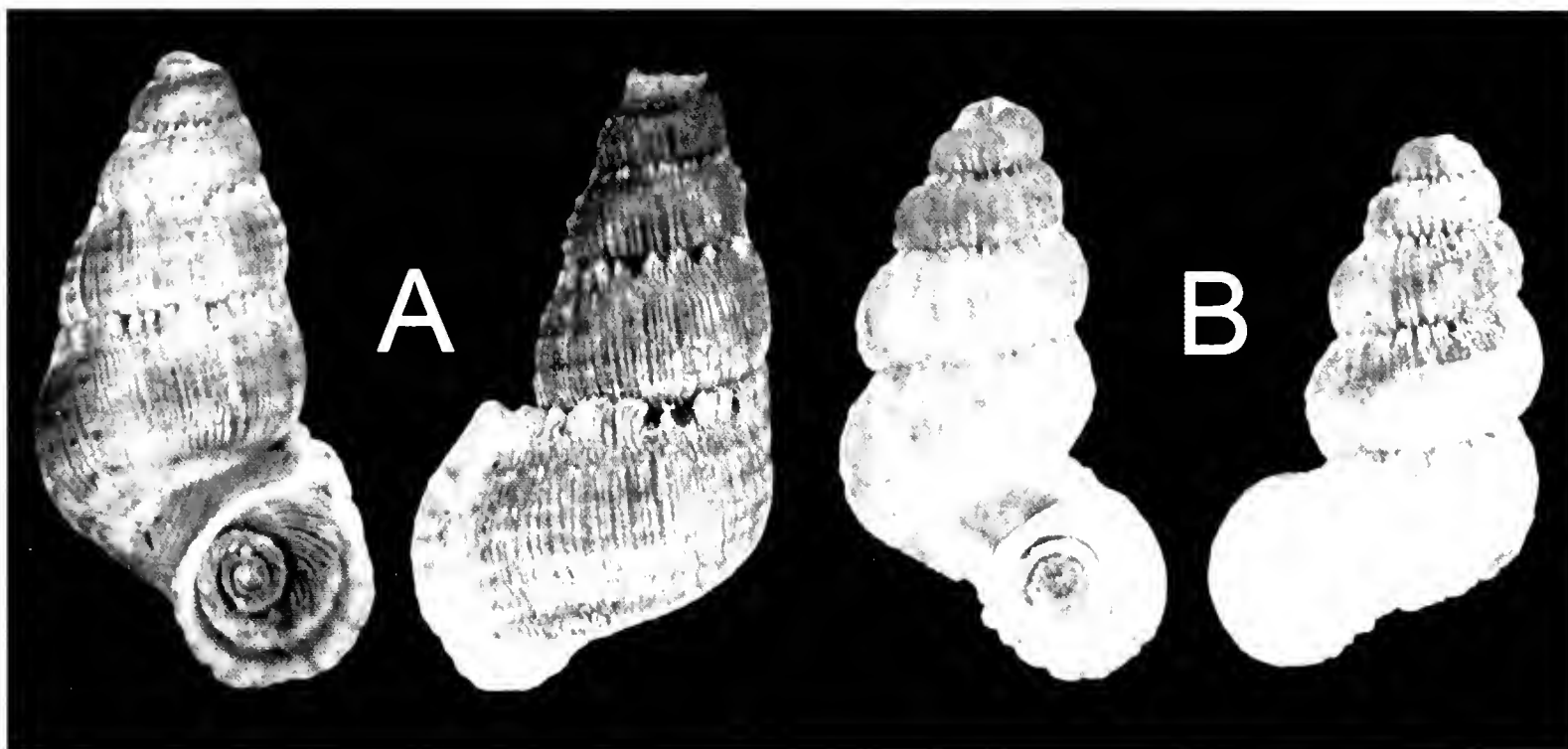


Lámina 11.- A: *Diplopoma (Diplopoma) architectonica tanamensis* (Torre & Bartsch, 1941), 13'3 × 6'5 mm. B: *Diplopoma (Subannularia) lachneri* (Pfeiffer, 1861), 7'4 × 4'7 mm.

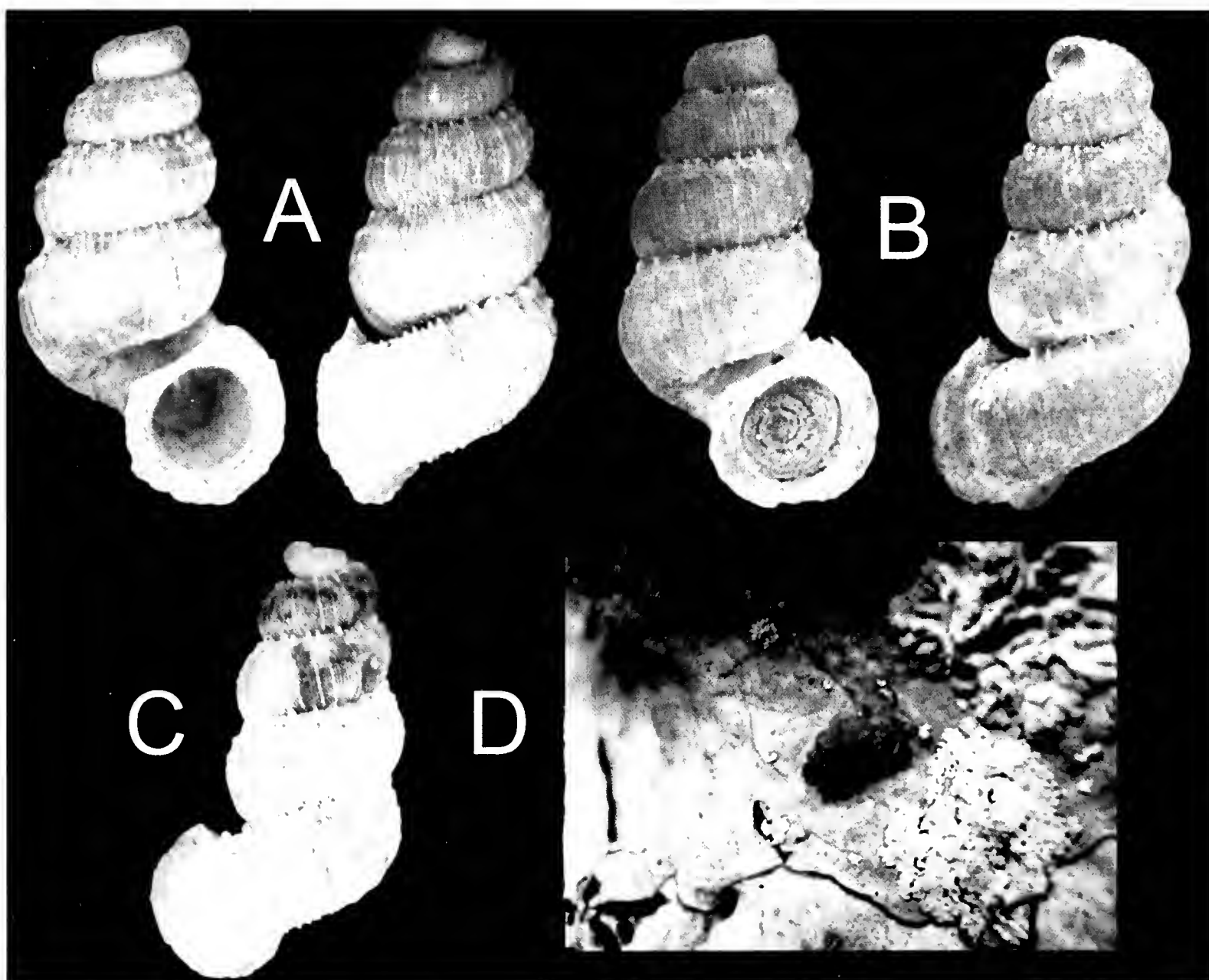
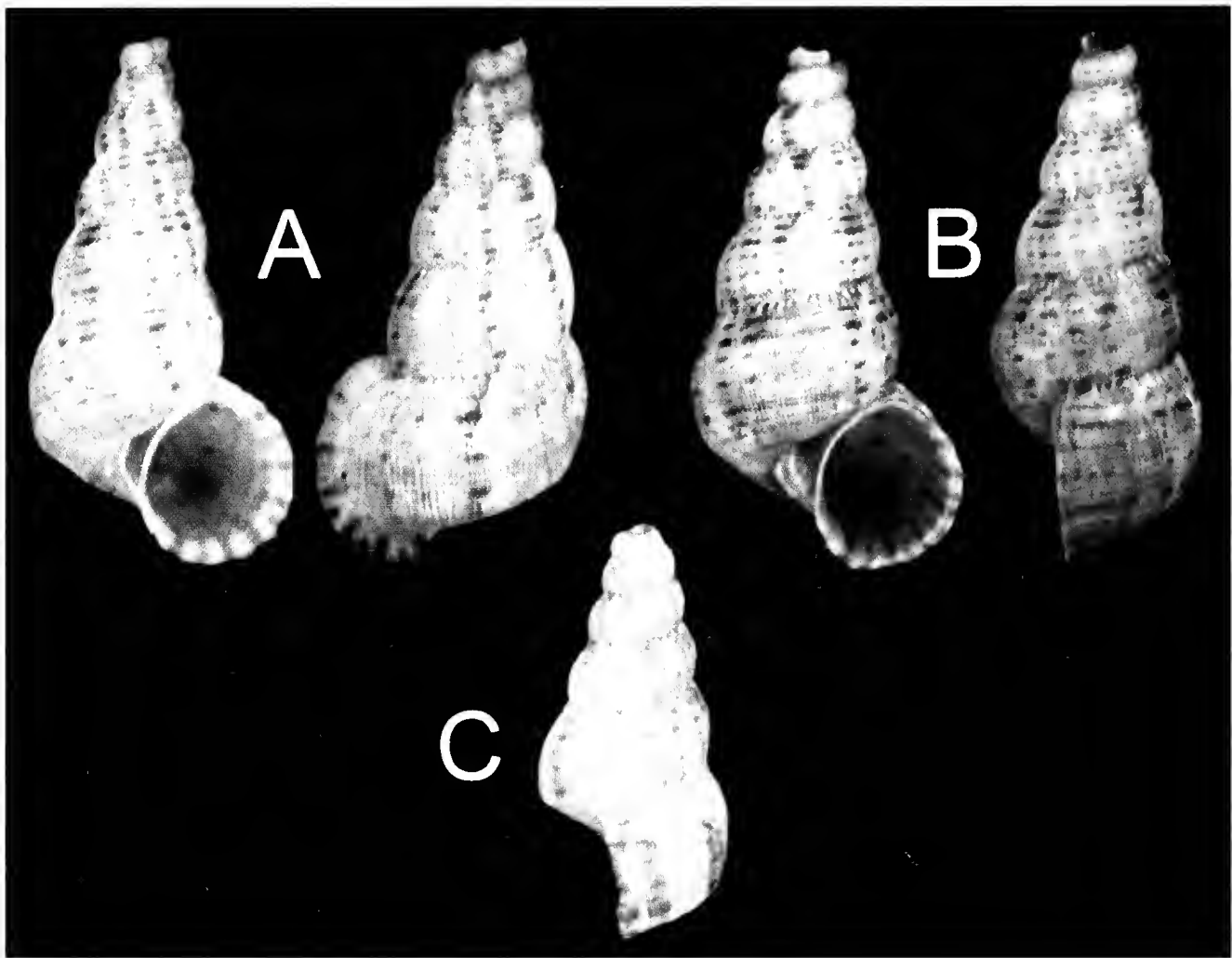


Lámina 12.- *Diplopoma (Subannularia) mucaralense*, especie nueva. A: holotipo (7'7 × 4'5 mm). B: paratipo (8'4 × 4'4 mm). C: detalle de la escultura (7'45 × 4'3 mm). D: animal en su hábitat.



Lám. 13.- *Parachondria chordatus guantanamensis* Torre & Bartsch, 1941. A: 14'1 × 6'9 mm. B: 8'5 × 3'7 mm. C: detalle de la protoconcha (8'4 × 4'3 mm).

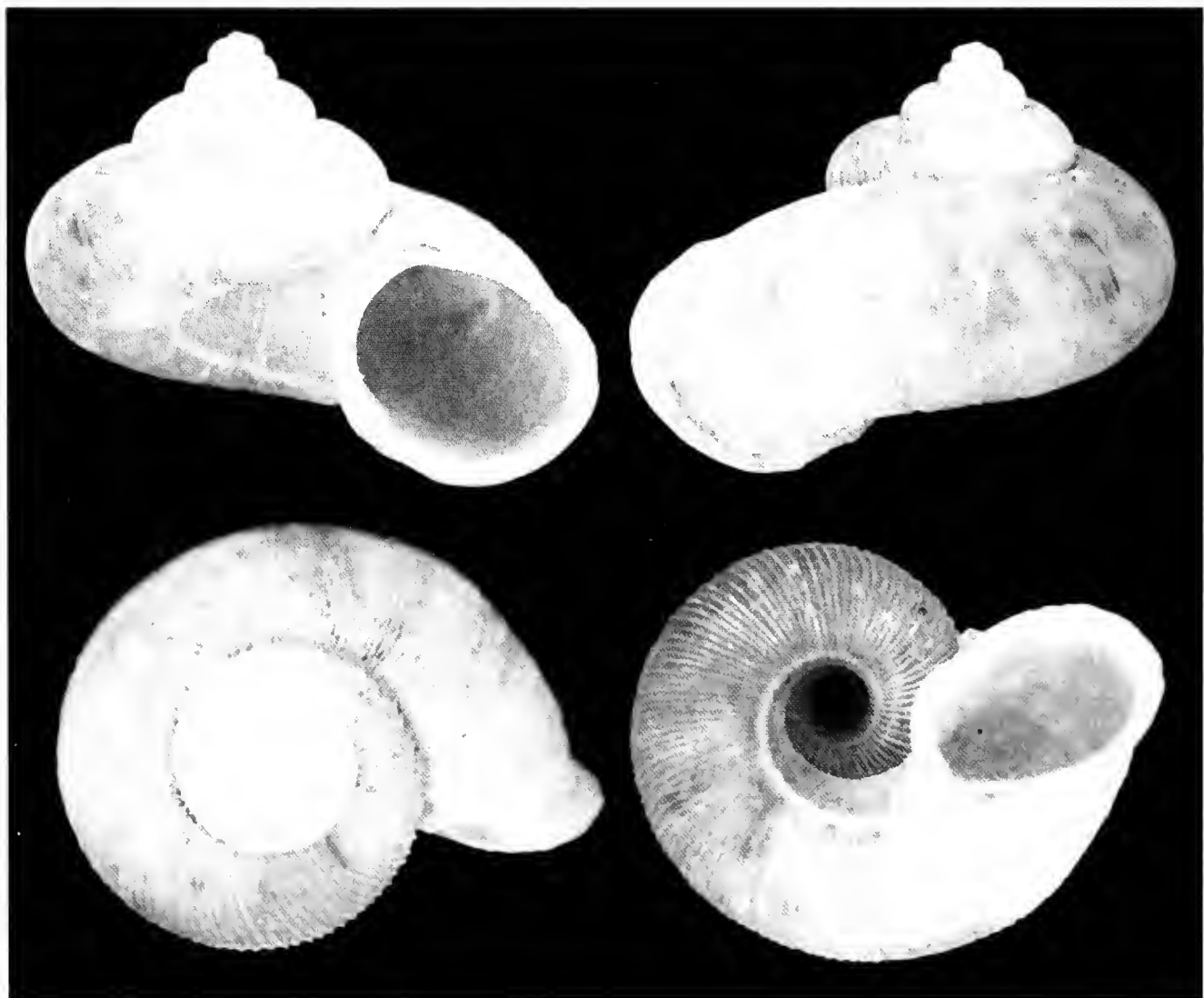
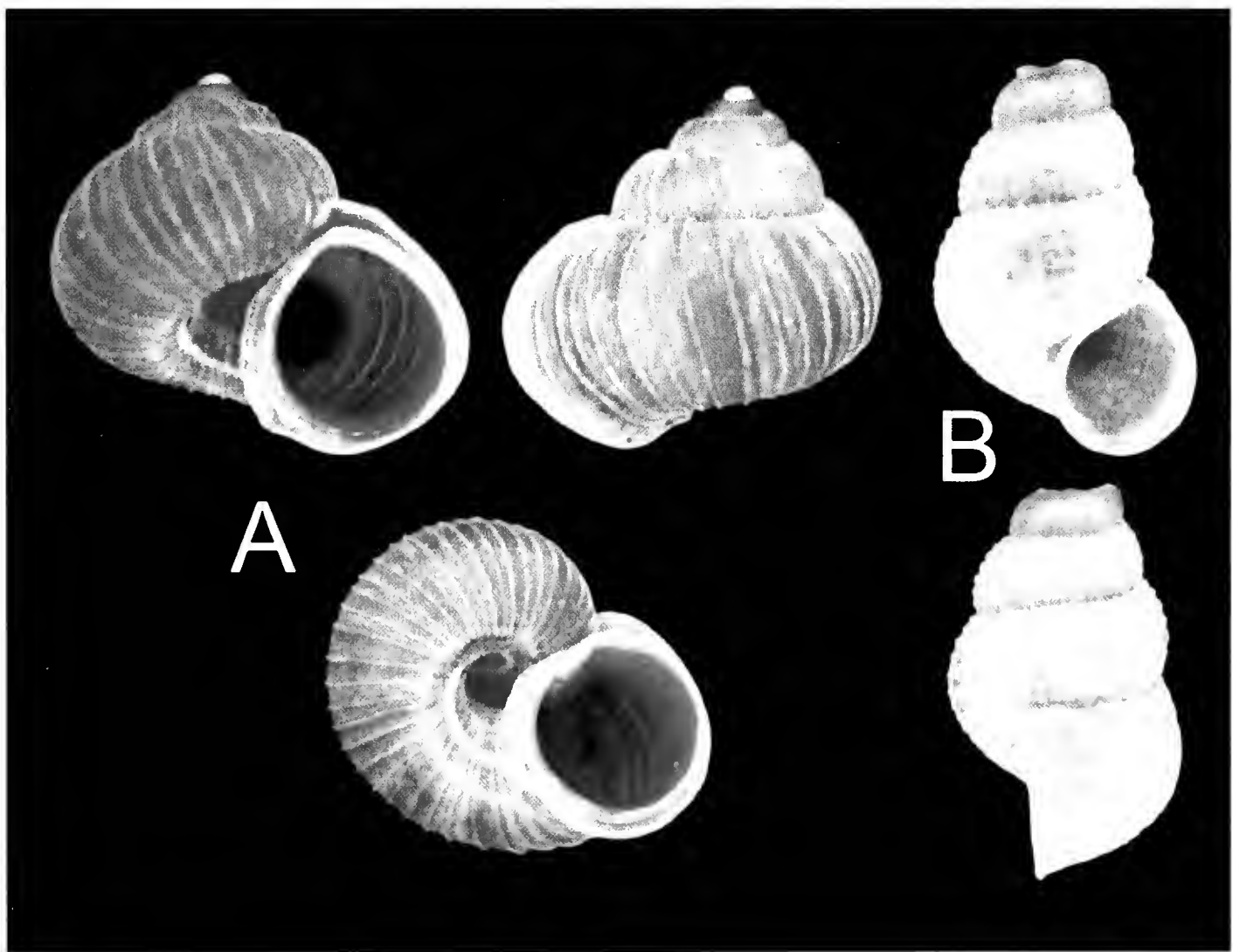


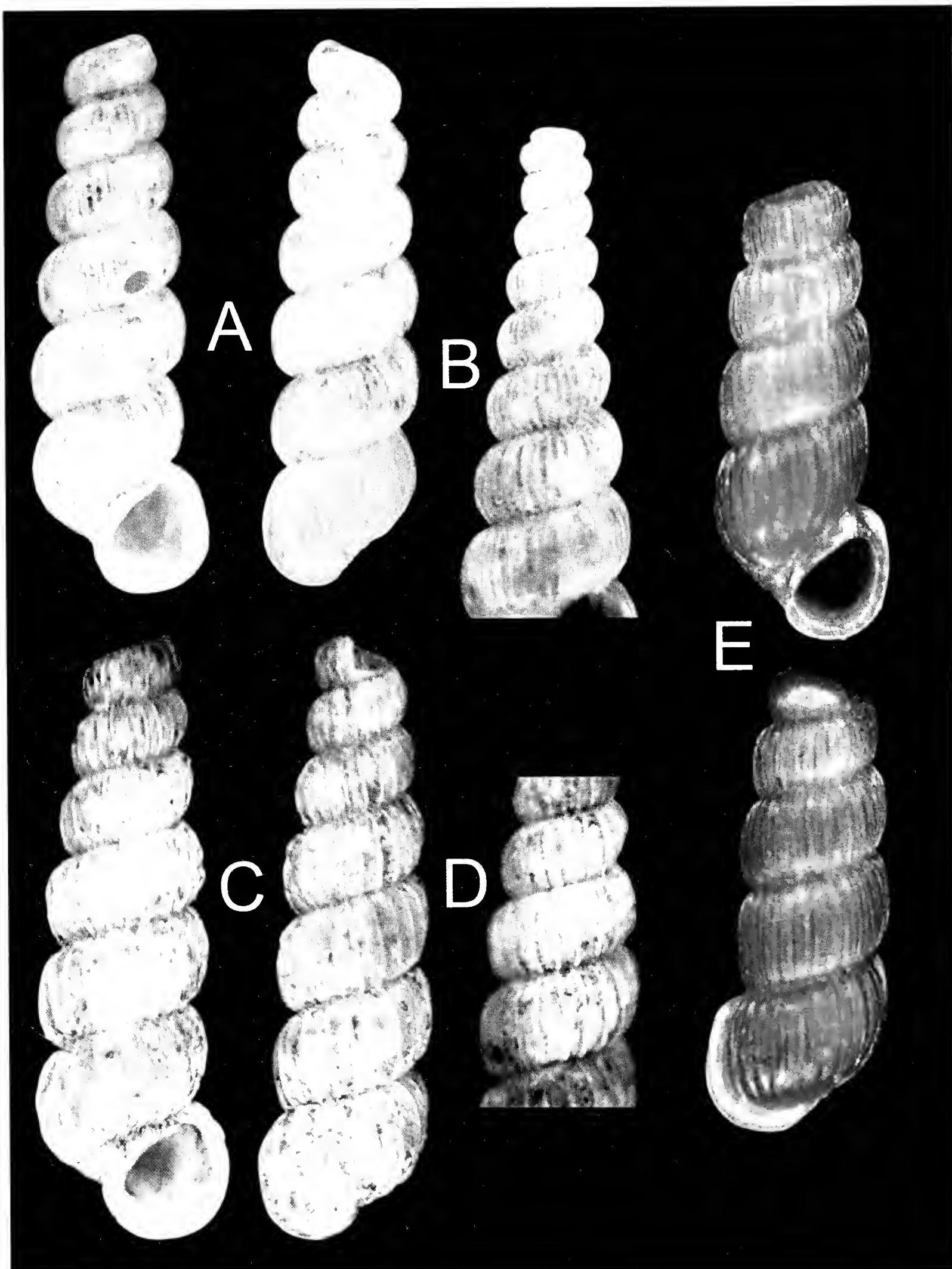
Lámina 14.- *Annularisca (Annularella) haylerae*, especie nueva. Holotipo (10'85 × 13'3 mm).



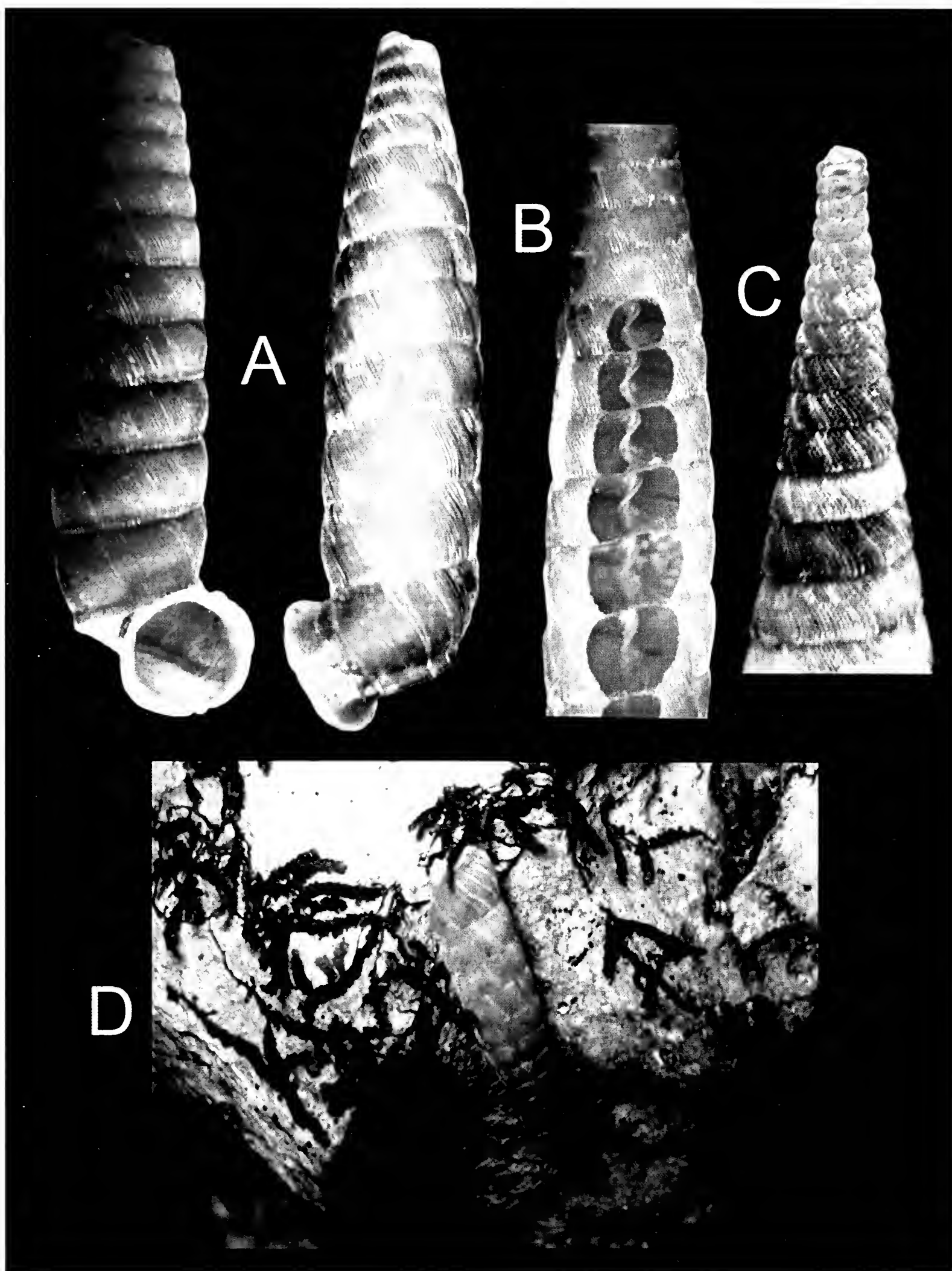
**Lámina 15.-** *Annularisca (Annularella) haylerae*, especie nueva, animal activo en su hábitat.



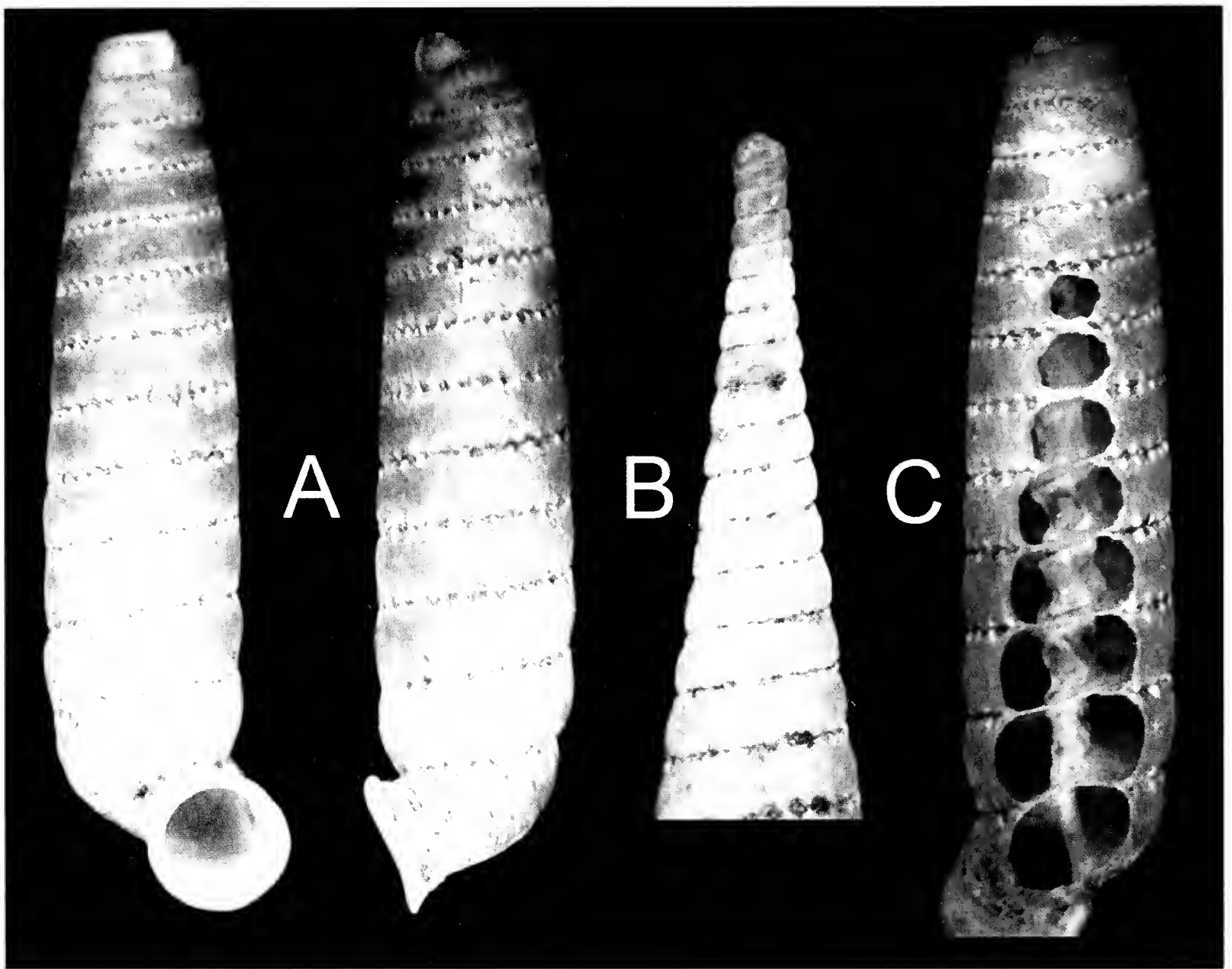
**Lámina 16.-** A: *Annularisca (Annularella) cumulata* (Pfeiffer, 1863), loma El Retiro, sur de la bahía de Taco, Sector Baracoa (8'1 × 9'2 mm). B: *Chondropoma solidulum solidulum* (Gundlach in Pfeiffer, 1860), bahía de Taco, Sector Baracoa (10'3 × 5'8 mm).



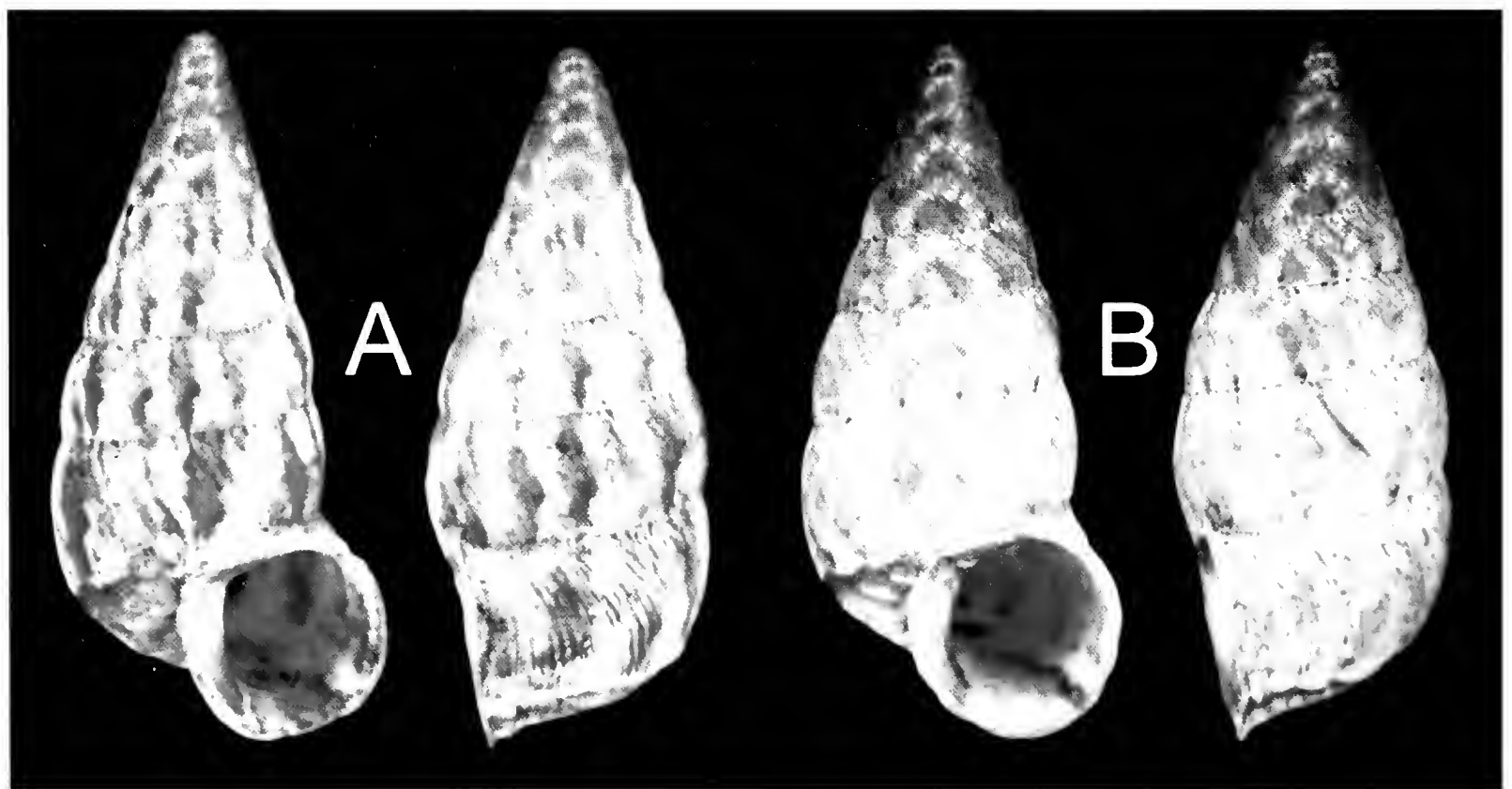
**Lámina 17.-** A-B: *Taheitia filicosta* (Gundlach in Poey, 1858). A: ejemplar adulto decolorado ( $5'2 \times 1'4$  mm). B: detalle de la protoconcha ( $4'7 \times 1'3$  mm). C-D: *Taheitia wrighti* (Pfeiffer, 1862). C: ejemplar adulto ( $5'5 \times 1'3$  mm). D: detalle de su escultura. E: *Truncatella pulchella* (Pfeiffer, 1839), Bahía de Taco, Sector Baracoa ( $5'1 \times 1'8$  mm).



**Lámina 18.-** *Arangia humboldtiana*, especie nueva. A: holótipo (29'4 × 7'6 mm). B: paratipo (29'15 × 7'2 mm), detalle de los pliegues columelares. C: ejemplar juvenil (12'3 × 4'0 mm). D: ejemplar en su hábitat.

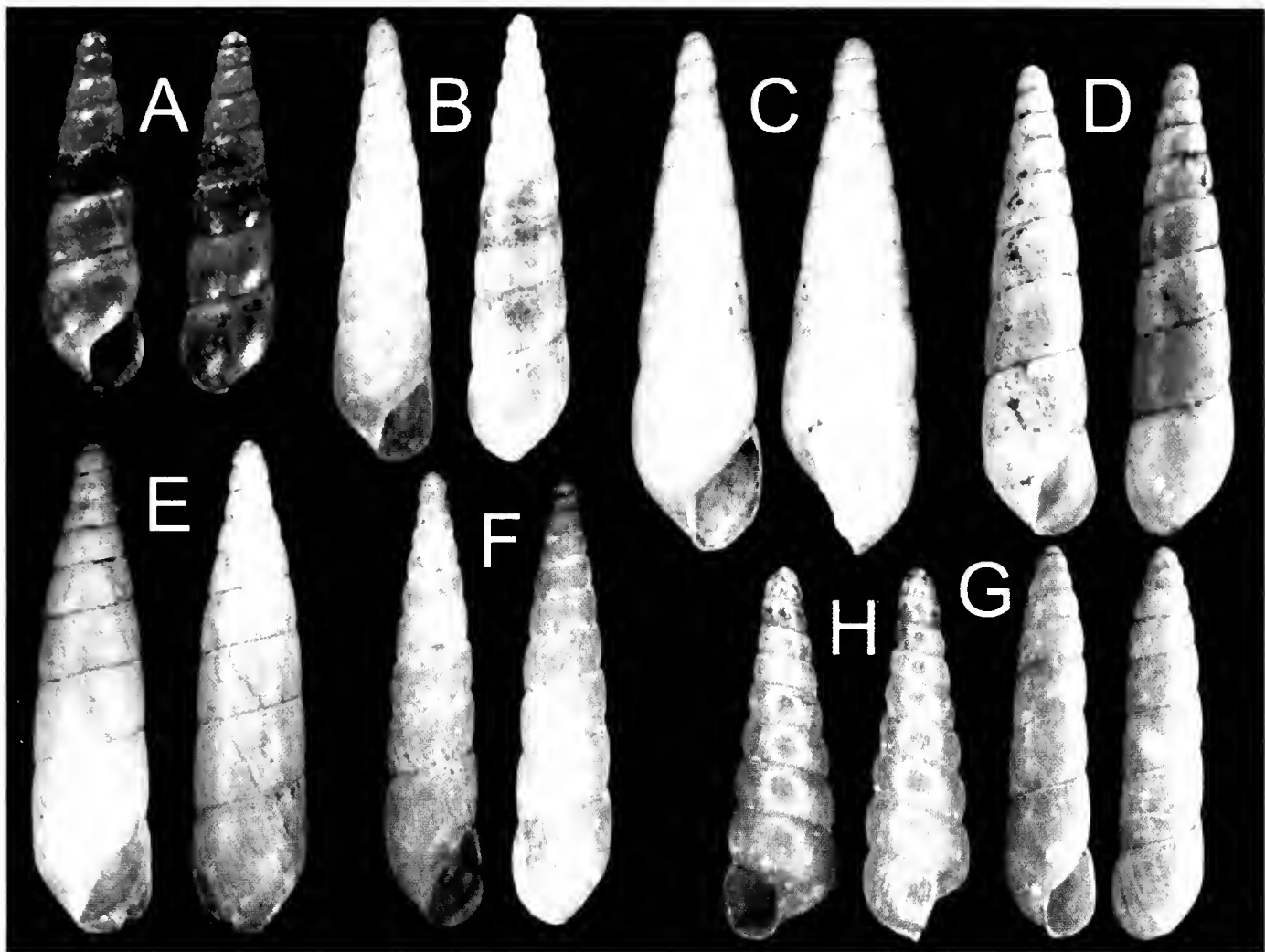


**Lámina 19.** *Carcinostemma silvai*, especie nueva. **A:** holotipo (16'4 × 3'7 mm). **B:** detalle de la protoconcha (13'5 × 3'0 mm). **C:** detalle de los pliegues columelares (15'2 × 3'4 mm).

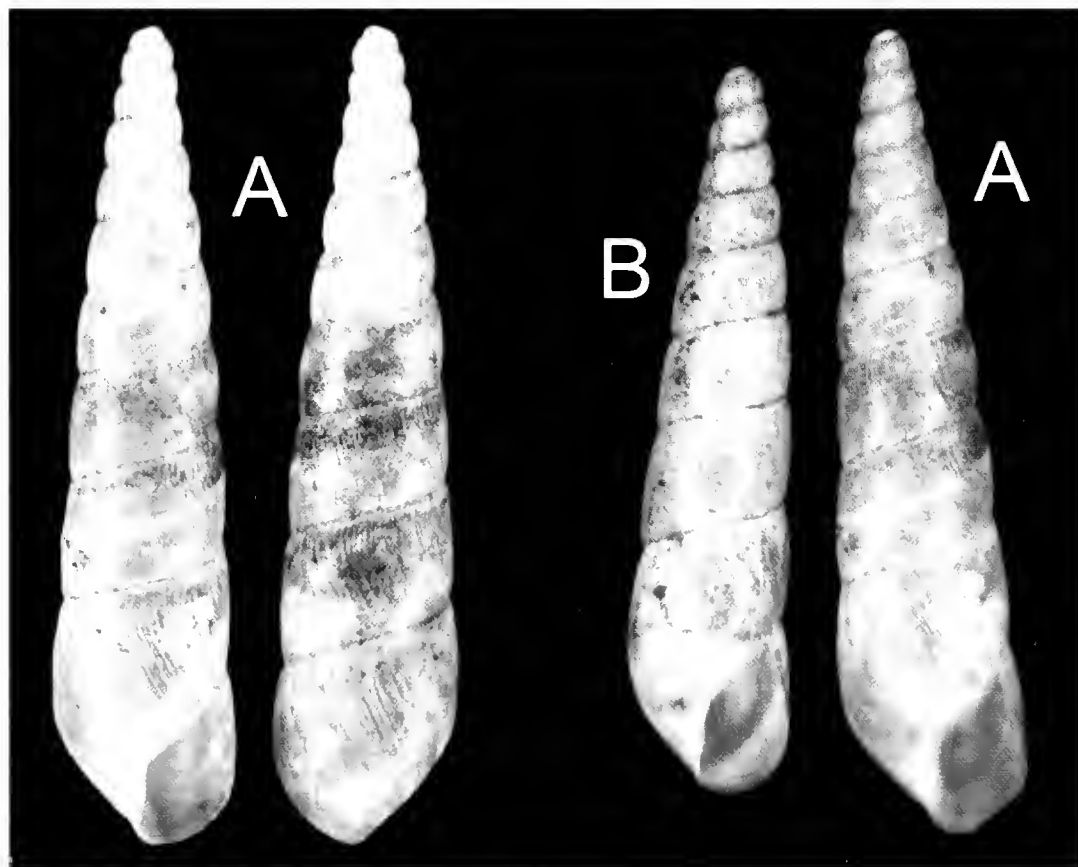


**Lámina 20.-** **A:** *Macroceramus canimarensis* (Pfeiffer, 1839), 14'15 × 6'45 mm. **B:** *Macroceramus notatus* (Gundlach in Pfeiffer, 1859), 13'3 × 6'7 mm.

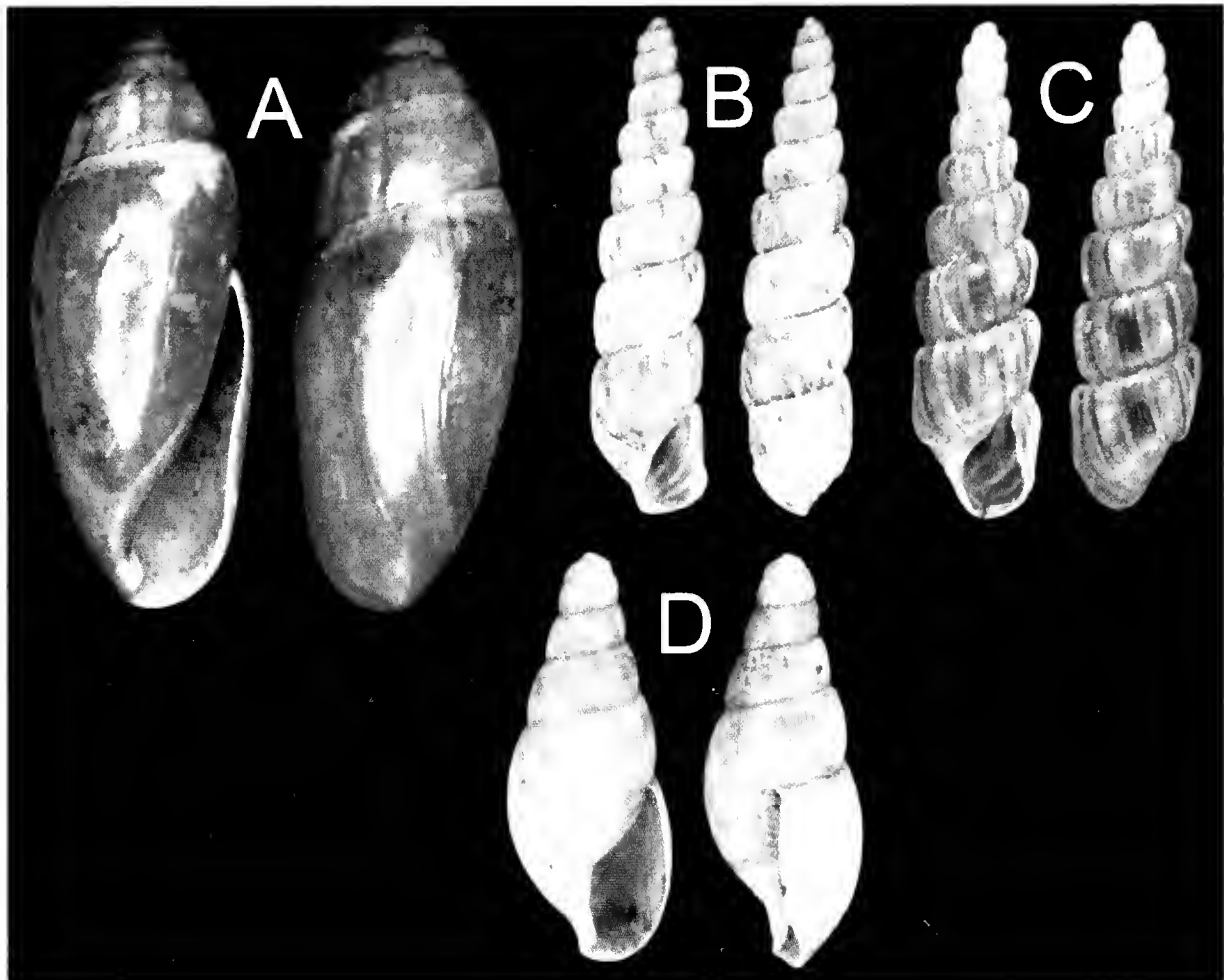




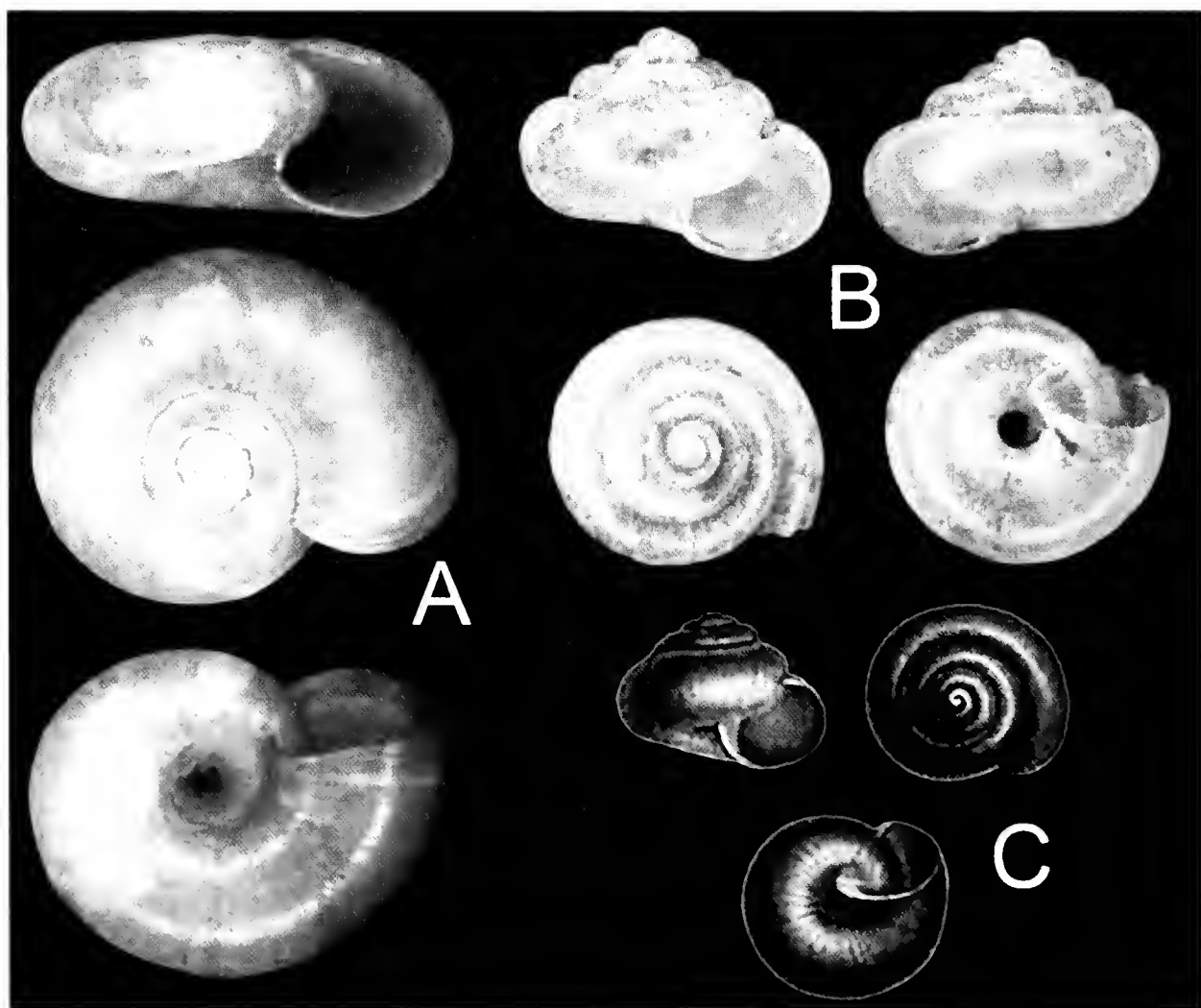
**Lámina 21.-** A: *Subulina octonoma* (Bruguière, 1792), 16'15 × 4'1 mm. B: *Obeliscus (Stenogyra) maximus* (Poey, 1854), 18'8 × 4'15 mm. C: *Obeliscus (Stenogyra) princeps* Pilsbry, 1906, 25'1 × 6'35 mm. D: *Obeliscus (Stenogyra) flavus* Pilsbry, 1906, 24'0 × 4'1 mm. E: *Obeliscus (Stenogyra) terebraster* (Lamarck, 1822), 19'4 × 4'4 mm. F: *Obeliscus (Stenogyra) bacillus* (Pfeiffer, 1861), 18'9 × 4'5 mm. G: *Obeliscus (Stenogyra) homalogyrus* (Shuttleworth in Pfeiffer, 1851), 16'75 × 3'8 mm. H: *Pseudobalea lata* Pilsbry, 1907, 9'2 × 2'0 mm.



**Lámina 22.** A: *Obeliscus (Stenogyra) diegoi* especie nueva, holotipo (18'8 × 3'9 mm). B: *Obeliscus (Stenogyra) flavus* Pilsbry, 1906, 24'0 × 4'1 mm.



**Lámina 23.-** A: *Oleacina (Laevoleacina) straminea* (Deshayes, 1819), 27'5 × 10'35 mm. B: *Melaniella multicosta* (Gundlach in Pfeiffer, 1866), 7'0 × 1'4 mm. C: *Melaniella scalarina* (Gundlach in Pfeiffer, 1866), 5'6 × 1'5 mm. D: *Varicella multilineata* Pilsbry, 1907, 13'6 × 5'3 mm.



**Lámina 24.-** A: *Haplotrema (Haplomena) paucispira* (Poey, 1858), 4'55 × 11'35 mm. B: *Hojeda translucens* (Gundlach in Pfeiffer, 1860), 2'5 × 2'7 mm. C: *Helix lavalleana* d'Orbigny, 1842 = *Hojeda boothiana* (Pfeiffer, 1839), 1'33 × 2'33 mm, según d'Orbigny (1841-1853).

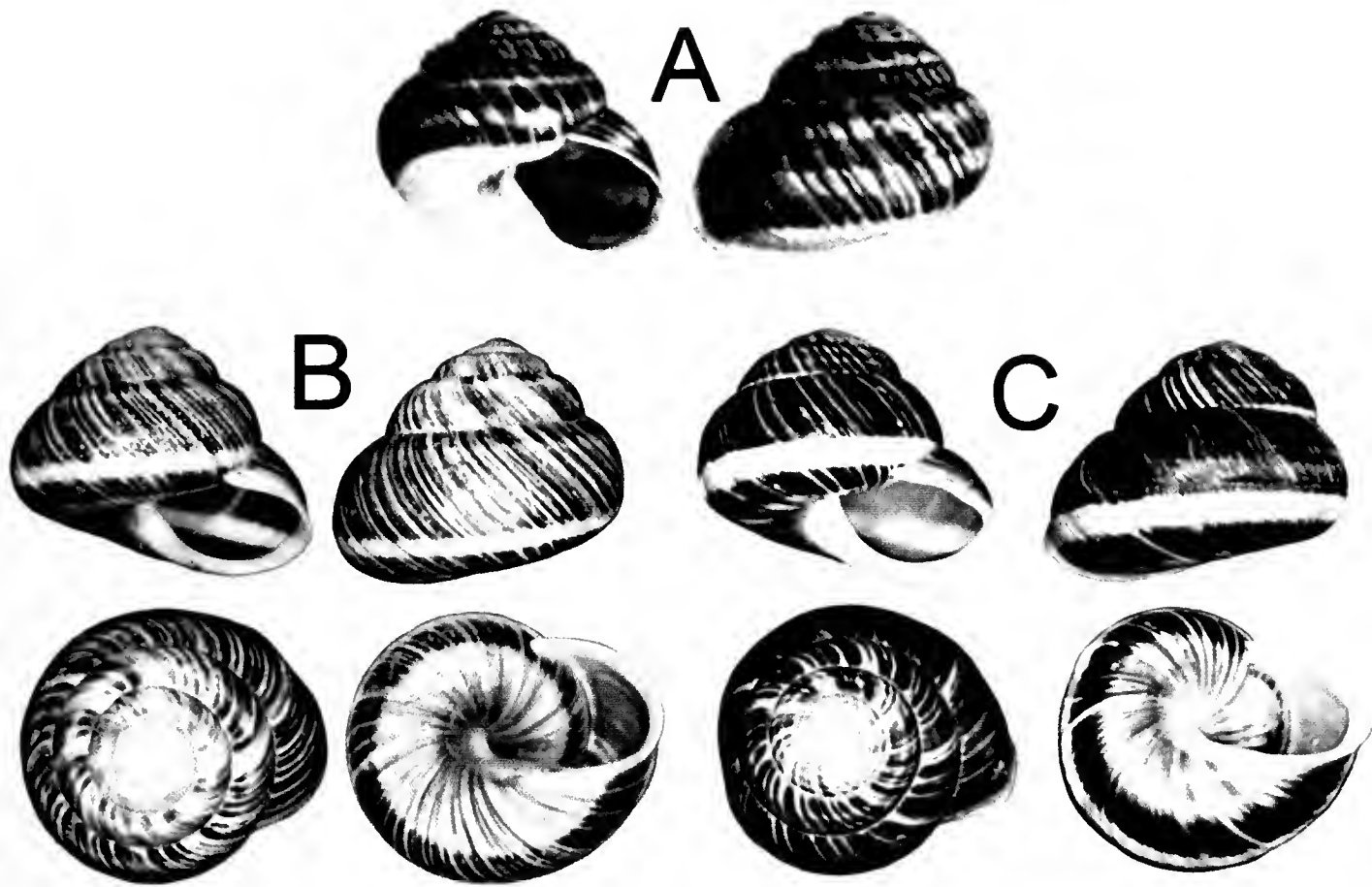
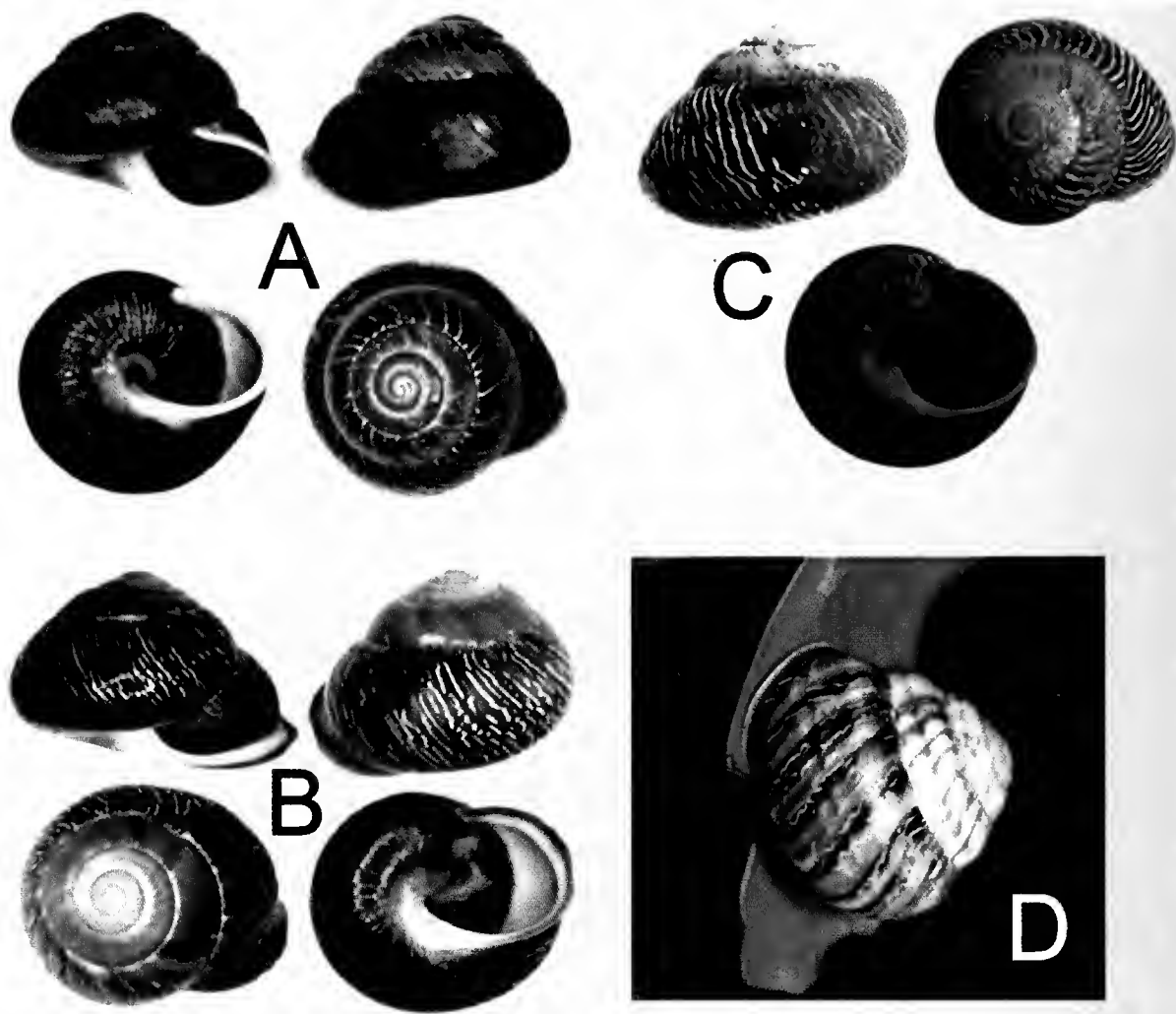


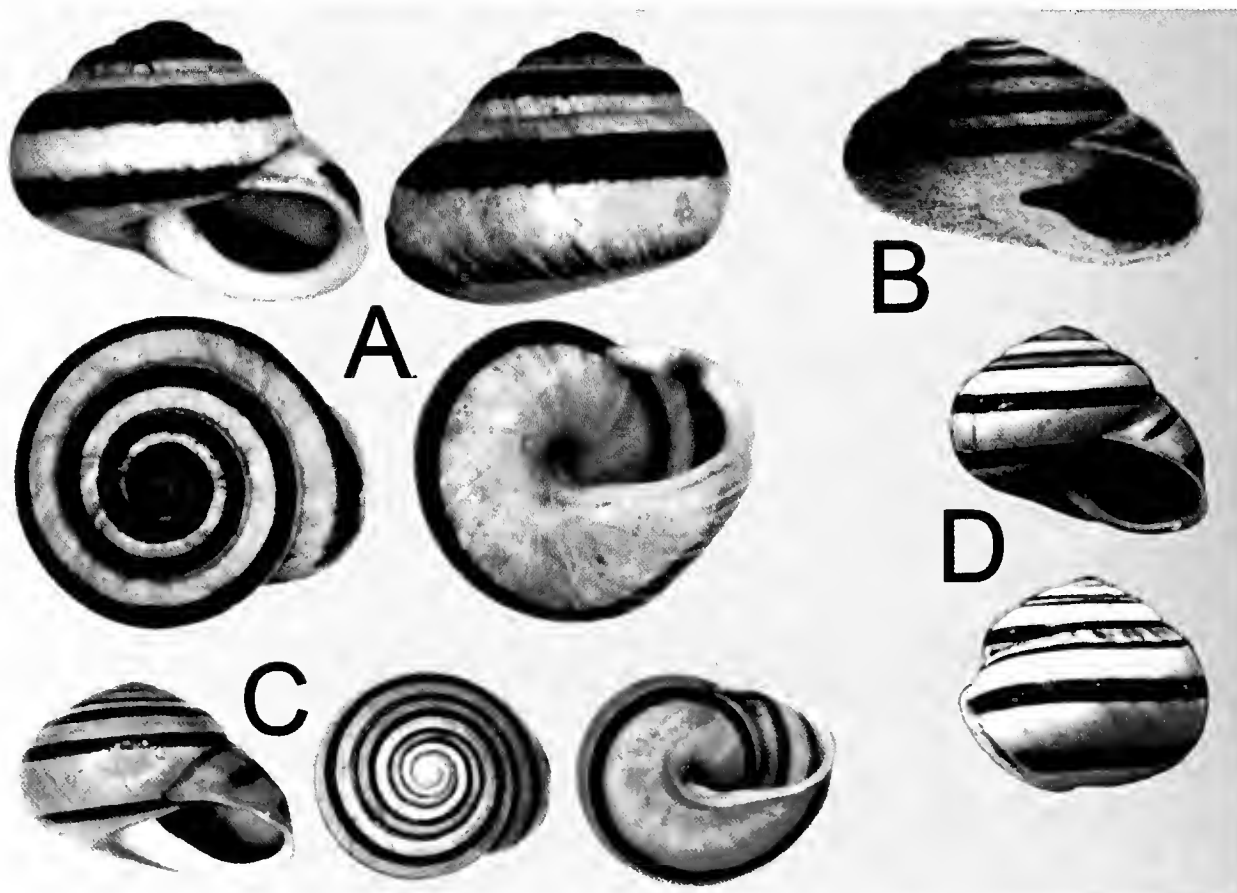
Lámina 25.- *Coryda alauda* (Férussac, 1821). A: figura original (Férussac, 1822, lám. 103, figs. 2 y 3). B: ejemplar de Mucaral, Cupeyal del Norte (20'2 × 23'2 mm). C: ejemplar de Las Novillas, Yateras (21'2 × 25'0 mm).



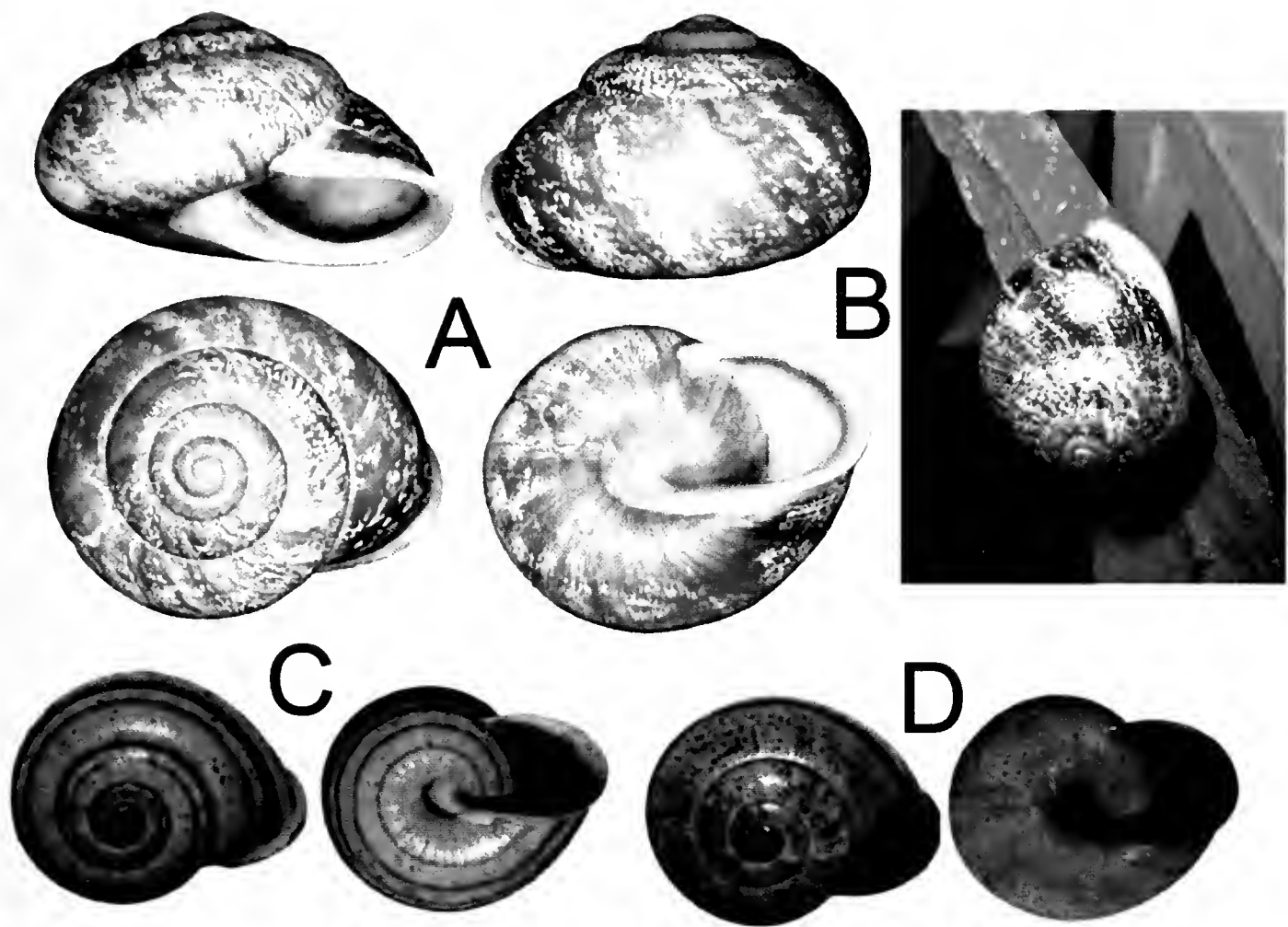
Lámina 26.- *Coryda alauda* (Férussac, 1821), ejemplar juvenil (6'1 × 10'4 mm).



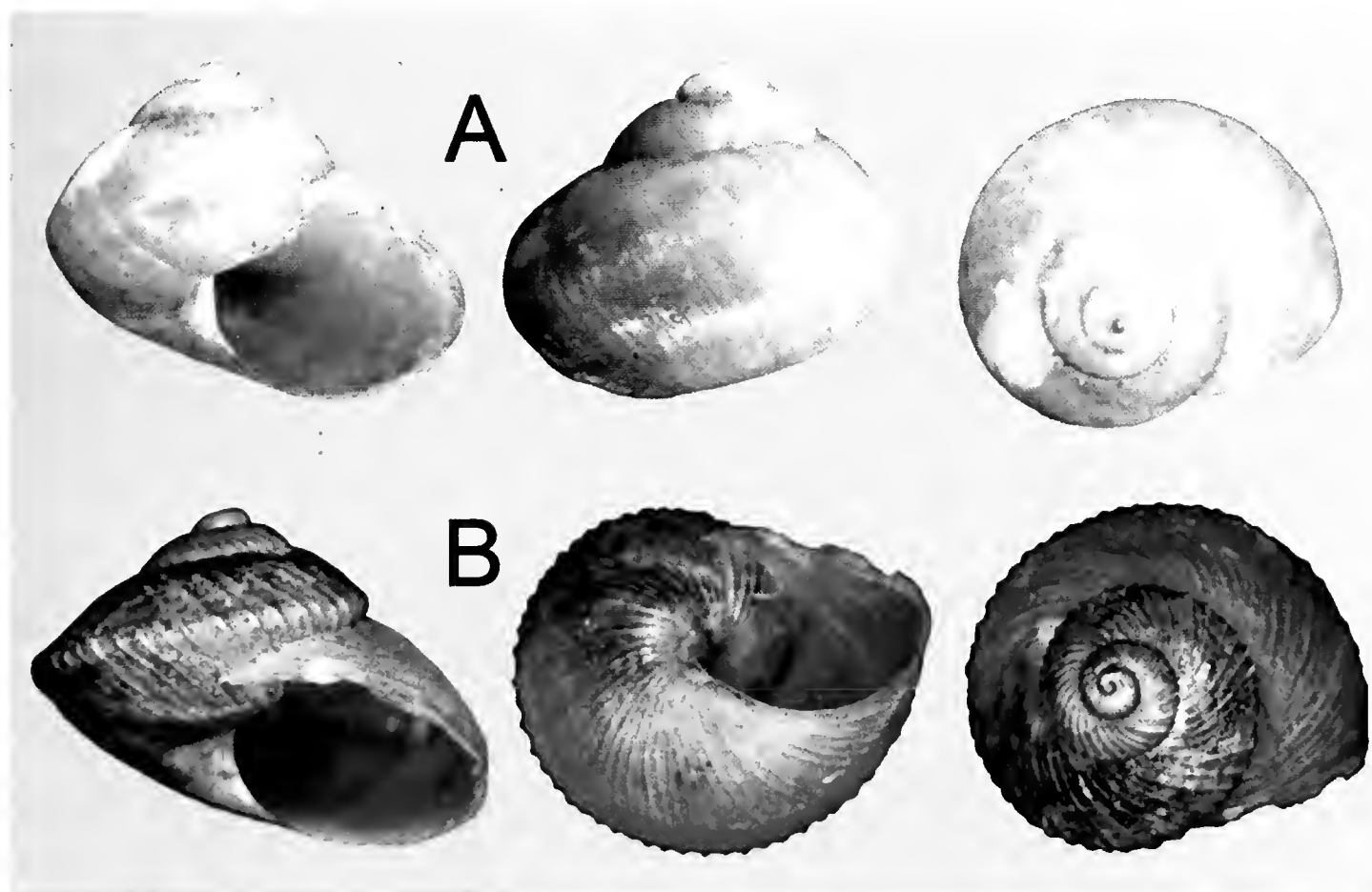
**Lámina 27.-** A: *Coryda strobila* (Férussac, 1821), Baracoa (16'5 × 21'2 mm) .B: *Coryda canescens* (Torre in Aguayo & Jaume, 1957), La Máquina, Maisí (18'1 × 21'3 mm) C: *Coryda armasi* Sarasúa, 1976, Monte Iberia, Sector Baracoa, PNAH (12'3 × 16,2 mm). D *Coryda weebiana* (Blanes, 1892), de Punta de Maisí, animal en su hábitat natural.



**Lámina 28.-** A: *Coryda thierryi* especie nueva, holotipo (19'5 × 23'2 mm). B: *Coryda bizonalis* (Grapteloup, 1839), figura original. C: *Coryda lindoni* (Pfeiffer, 1846), La Plata, Sierra Maestra (13'3 × 18'0 mm). D: *Coryda melanocephala* (Gundlach in Pfeiffer, 1859), Mayarí (7'6 × 9,5 mm).



**Lámina 29.-** A-B: *Coryda caraballoi* especie nueva. A: holotipo (14'8 × 21'8 mm). B: individuo en su hábitat natural. C: *Coryda ovumreguli* (Lea, 1831), Caimanera, Guantánamo (10'6 × 23'7 mm). D: *Coryda ovumreguli ramsdeni* (Aguayo & Jaume, 1957), Santiago de Cuba (8'4 × 18'0 mm).



**Lámina 30.-** A: *Cysticopsis lescallei* (Gundlach in Pfeiffer, 1859), 9'9 × 12'3 mm. B: *Cysticopsis pemphigodes* (Pfeiffer, 1846), 13'4 × 16'4 mm.

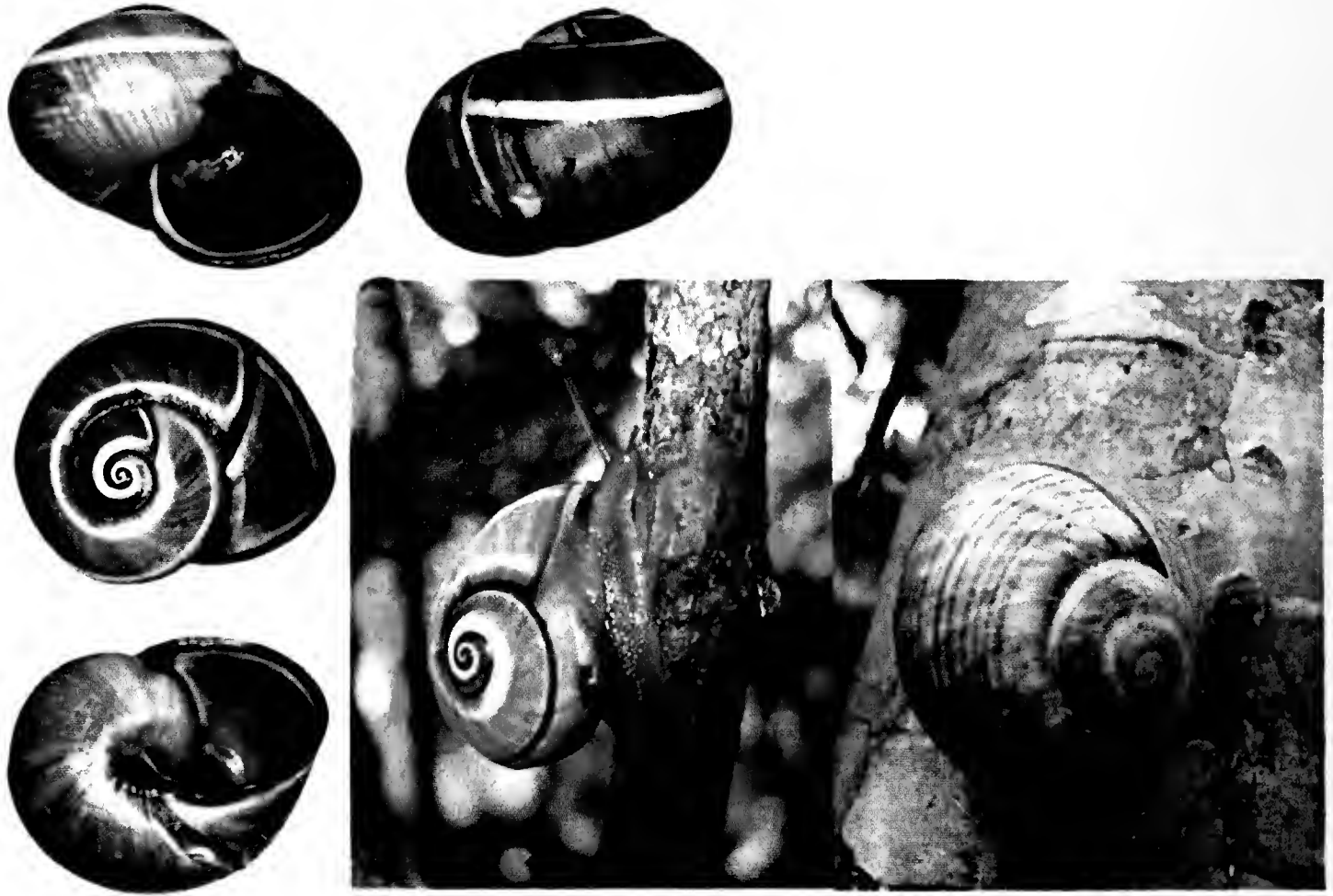


Lámina 31.- *Polymita (Polymita) picta fuscolimbata* Torre, 1950.

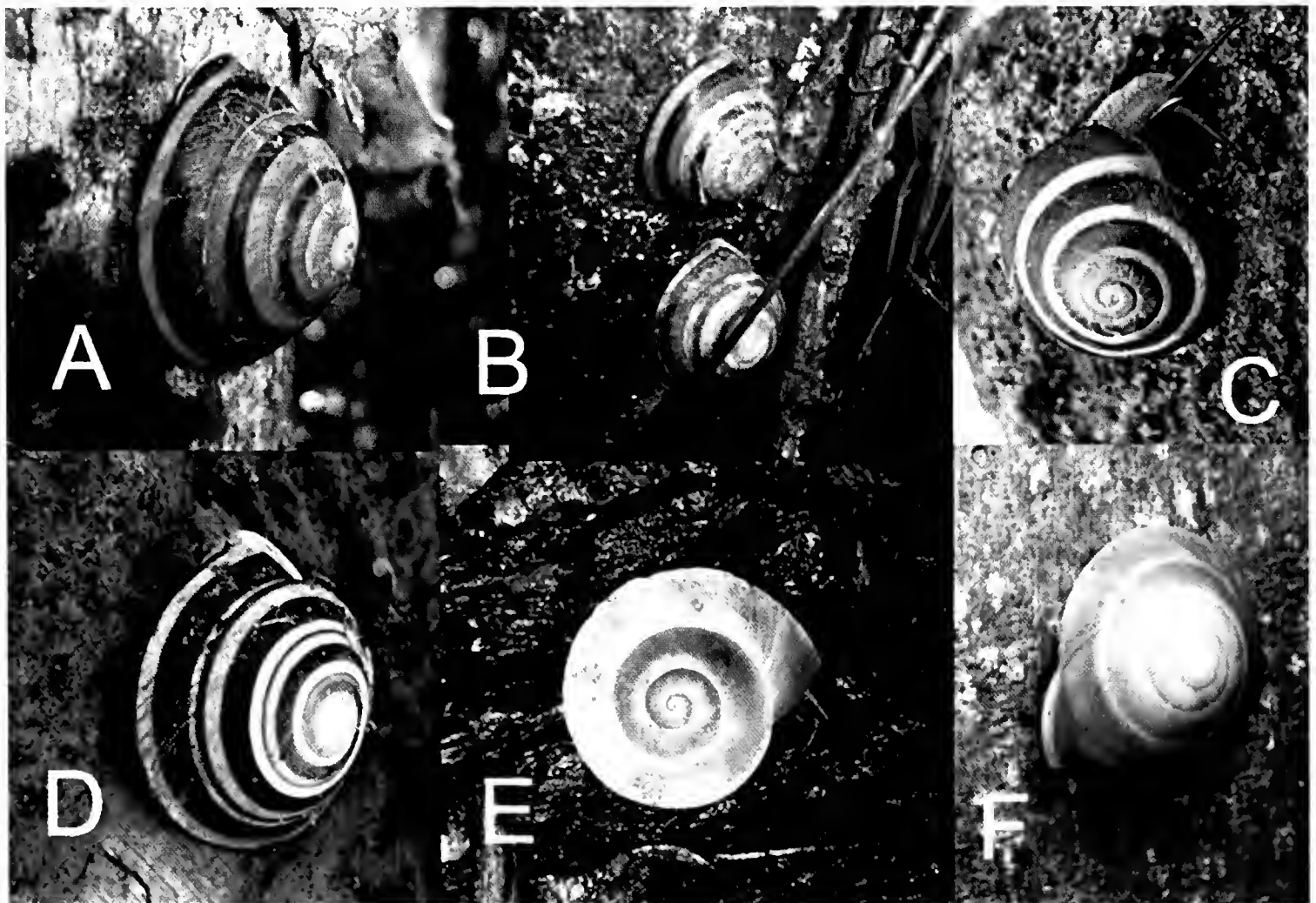
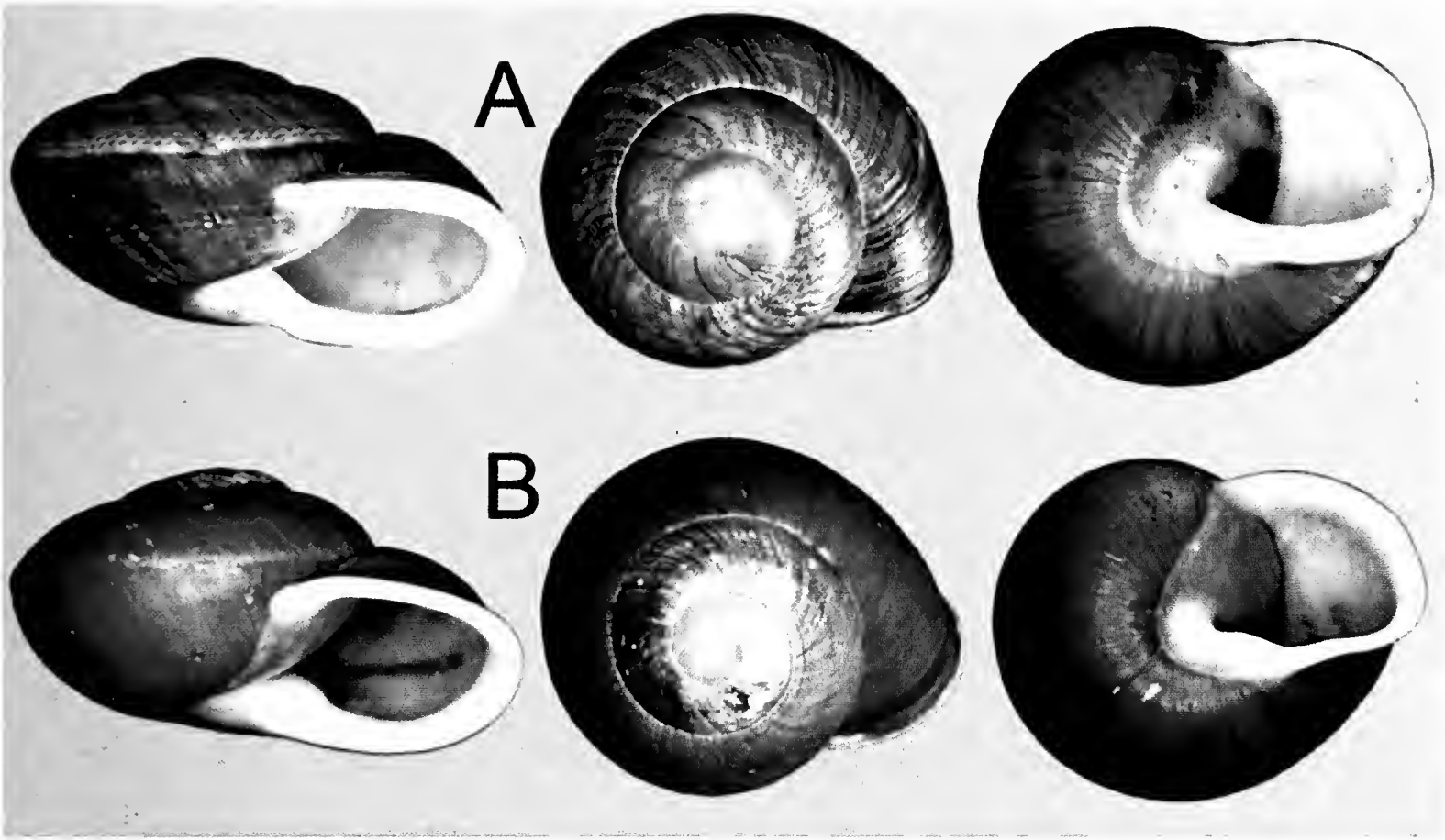


Lámina 32.- *Caracolus sagemon* (Beck, 1837). A-B: Mucaral. C: Hoyo de Mola. D-F: *Caracolus sagemon coutini* Clench & Aguayo, 1951, bahía de Taco, Sector Baracoa, PNAH. D: coloración típica. E-F: morfo blanco.



**Lámina 33.-** A: *Polydontes (Polydontes) sobrina* (Férussac, 1819), Mucaral (39'3 × 49'4 mm). B: *Polydontes (Polydontes) natensoni* Torre, 1938, Santa María, Sector Baracoa, PNAH (29'9 × 44'2 mm).



**Lámina 34.-** A: *Zachrysia (Auritesta) proboscidea* (Pfeiffer, 1856), Mucaral (19'3 × 31'4 mm). B: *Zachrysia (Auritesta) guantanamenis* (Poey, 1857), ciudad de Guantánamo (21'6 × 26'4 mm).

**Fecha de recepción:** 30 de mayo de 2017 / **Fecha de aceptación:** 27 de junio de 2017



## **Flores y polen. Éxito reproductivo de las angiospermas en Canarias. Origen, evolución y conservación**

**Pérez de Paz, J., R. Febles, O. Fernández-Palacios Acosta  
& M. Olangua Corral**

Dpto. Biología Reproductiva y Micro-Morfología. Jardín Botánico Canario Viera y Clavijo  
jperezdepaz28@gmail.com

### **RESUMEN**

La flor además de constituir uno de los ejes principales de la taxonomía, se considera la esencia de la reproducción en las angiospermas que permite la transmisión genética, controlando la biodiversidad y perdurabilidad de las poblaciones. Los diferentes rasgos morfológicos y funcionales de la flor, son capaces de predecir los cruces fértiles, éxito reproductivo y establecimiento de nuevos individuos después de un evento colonizador. En especies amenazadas, el conocimiento de la flor y de la biología reproductiva se considera especialmente relevante, porque permite la detección de fallos reproductivos, generando estrategias de recuperación correctoras que favorecen los cruces fértiles y nuevos adultos reproductores. Asimismo el significado de las distintas estructuras de la flor, permite entender los procesos micro-evolutivos de endemismos insulares, especialmente relevantes en islas como Canarias, laboratorios naturales de evolución. Resulta especialmente revelador el caso de *Neochamaelea*, género endémico canario y uno de los dos componentes de Cneoraceae. No se considera amenazada, aunque algunas de sus poblaciones adolecen de reclutamiento, necesitando especial atención y protección, si se tiene en cuenta las distintas manifestaciones florales y fenotipos sexuales de carácter temporal. Las flores y fenotipos sexuales, de crucial interés en este género, representan procesos micro-evolutivos en uno de los sistemas sexuales más complejos y desconocidos de las angiospermas (duodicogamia, heterodicogamia y androdioecia).

**Palabras clave:** flores, angiospermas, biología reproductiva, Canarias, dioecia, auto-incompatibilidad, éxito reproductivo, amenaza, evolución.

### **ABSTRACT**

Flower besides being one of the main axes of the angiosperm plant taxonomy, is also considered the essence of plant reproduction that allows genetic transmission and controls the biodiversity and sustainability of natural populations. The different features of the flower in plant lineages, are able to predict reproductive success and establishment after an

event of colonization. Endangered species knowledge of flower and reproductive biology is considered particularly relevant because it allows the detection of reproductive failure, generating corrective recovery strategies that favor the fertile crossings and new adult breeders. Also the meaning of the different structures of the flowers, makes it possible to understand the micro-evolutionary processes of island endemics, especially relevant in islands such as the Canaries, natural laboratories of evolution. It is particularly revealing the case of *Neochamaelea*, canary endemic genus and one of the two components of Cneoraceae. It is not considered threatened, although some of its natural populations suffer recruitment and need special attention and protection, especially if we take into account the different floral expressions and sexual phenotypes of their populations. The flowers and their phenotypes are of crucial interest in this genus, by the micro-evolutionary processes that they represent in one of the most complex and unknown sexual systems of angiosperms (duodichogamy, heterodichogamy and androdioecy).

**Key words:** flowers, angiosperms, reproductive biology, Canary, dioecy, self-incompatibility, reproductive success, threat, evolution.

## INTRODUCCIÓN

El principal objetivo de estos estudios es centrar la atención en las flores de las angiospermas, cuyas diferentes estructuras y significado funcional, representan diferentes estrategias reproductivas de especial relevancia en los taxones colonizadores de la Flora Canaria, de cuyo éxito reproductivo ha dependido, en gran parte, el establecimiento y viabilidad de nuevas poblaciones naturales, potencial evolutivo, endemidad y eficacia biológica de las especies.

Se presentan ejemplos de endemismos canarios en los cuales se ha evidenciado el papel de flores en la eficacia biológica de las poblaciones, conservación de especies amenazadas, e implicaciones en procesos micro-evolutivos de las poblaciones, especialmente relevantes en islas como Canarias, tantas veces consideradas laboratorios naturales de evolución.

Para entender el significado biológico de la flor y las ventajas de su aparición en las angiospermas o plantas con flores, así como su rápida y espectacular diversificación, consideramos especialmente importante, un breve recorrido por las primeras estructuras florales de las angiospermas, su influencia en el éxito reproductivo, expansión y rápida conquista del planeta.

### 1.1. La flor, significado biológico y estrategias reproductivas.

#### Angiospermas primitivas y diversificación

Desde su origen en el Cretáceo, para la mayoría de los autores, la espectacular diversificación de las angiospermas o plantas con flores, su expansión y rápida conquista del planeta, es uno de los grandes enigmas científicos que todavía persiste, y que ya Darwin calificó de abominable misterio (FRIEDMAN, 2009; CREPET & NIKLAS, 2009; DOYLE & ENDRESS, 2014; SOLTIS & SOLTIS, 2014; DOYLE, 2015; SAUQUET *et al.*, 2017).

En este contexto, la “flor” de las angiospermas y sus distintas expresiones morfológicas y fisiológicas, representan las distintas estrategias reproductivas más ventajosas, según los diferentes entornos ambientales, y su estudio se convierte en cuestión prioritaria de la biología evolutiva en lo que concierne al origen y evolución de las plantas con flores.

Una gran mayoría de autores señalan como fuerzas motoras del origen y gran diversificación de las angiospermas, además de los acontecimientos geológicos del planeta, cambios climáticos y otras presiones bióticas (herbívoros y polinizadores), una intensa búsqueda del éxito reproductivo y eficacia biológica (BARRETT, 1995, 1998, 2010, 2013, 2015; ENDRESS, 2003, 2011; CHARLESWORTH, 2006; LORD & WESTOBY, 2012; CARR, 2013; CASTRIC *et al.*, 2014; SOLTIS & SOLTIS, 2014). Esta intensa búsqueda del éxito reproductivo considerada sin duda, la principal fuerza catalizadora del origen de las angiospermas, se cree protagonizada por una serie de limitaciones estructurales internas de las entonces plantas con semillas (gimnospermas), que obliga a una intensa búsqueda del éxito reproductivo y eficacia biológica de poblaciones y especies, que certifique la supervivencia y potencial evolutivo.

Con las primeras angiospermas, surge la flor como adquisición más importante y ventajosa frente a las gimnospermas, representando el mayor compendio de innovaciones evolutivas de especial significado en los procesos de diversificación y especiación de las plantas con flores (ENDRESS, 2011; SOLTIS & SOLTIS, 2014).

Su principal ventaja, radica en la adquisición de un gineceo con un ovario que protege a los óvulos, en cuyo interior se encuentra el saco embrionario (gametofito femenino), donde tiene lugar la doble fecundación (de la oosfera y núcleos polares) responsable de unas semillas de rápida germinación, protegidas por un fruto con endospermo, que permitió a las angiospermas, el desarrollo de nuevas estrategias de colonización terrestre y dominar los cada vez más numerosos ecosistemas y entornos ambientales (FRIEDMAN, 1994; ENDRESS & IGERSEHEIM, 1999, 2000 a; FLOYD & FRIEDMAN, 2000; FRIEDMAN & FLOYD, 2001; FRIEDMAN *et al.*, 2008; SPECHT & BARTLETT, 2009; VARGAS, 2012).

El androceo también alcanza una mayor complejidad con la aparición de las anteras que protegen a los granos de polen (gametofito masculino) guardianes del verdadero gameto masculino o núcleo generativo (ENDRESS & HUFFORD, 1989; ENDRESS, 1996, 2011; DAMERVAL & NADOT, 2007). La simetría, polaridad, aperturas (número y posición) y cubiertas del grano de polen, así como la estructura y ornamentación de su cubierta externa (exina), se consideran características de gran valor taxonómico y filogenético por su carácter conservativo en la mayoría de los linajes vegetales (WODEHOUSE, 1935; VAN CAMPO, 1967, 1976; ERDTMAN, 1969, 1971; WALKER & DOYLE, 1975; FERGUSON & MULLER, 1976; BLACKMORE & FERGUSON, 1986; BLACKMORE & BARNES, 1991; PÉREZ DE PAZ, 1993, 2002; HARLEY *et al.*, 2000; SAMPSON, 2000, 2007; NILSSON *et al.*, 2002; DOYLE, 2005, 2012; BLACKMORE, 2007). Su presencia y abundancia en los registros fósiles se justifica por la indestructibilidad de la exina (esporopolenina) que ha permitido su persistencia en el tiempo, y un papel preponderante en la reconstrucción de la historia de las vegetaciones y especialmente del origen de las angiospermas (DOYLE, 2005, 2012; ZAVADA, 2007; ENDRESS & DOYLE, 2009; DOYLE & ENDRESS, 2014; FRIIS *et al.*, 2006, 2010).

El rápido proceso de diversificación de las angiospermas que mayoritariamente se ha situado durante el cretáceo, queda representado por la última y más completa filogenia molecular de las angiospermas (SOLTIS *et al.*, 2011) fundamentada en los avances de la biología molecular (análisis de 17 genes en 320 familias de angiospermas de las 450) con la integración de los registros fósiles disponibles incluyendo polen, flores, hojas, frutos, leño (DOYLE, 2005, 2008; FRIIS *et al.*, 2006, 2010; RUDALL, 2013; HERENDEEN *et al.*, 2017).

La integración de disciplinas, incluyendo los análisis comparativos de estructura floral, ha hecho posible la reconstrucción del pasado de las actuales angiospermas, pero no deja de ser una historia de diversificaciones y extinciones, con linajes y cuestiones aún por resolver, que requiere sin duda, nuevos enfoques multidisciplinarios (SOLTIS *et al.*, 2008; CHANDERBALI *et al.*, 2010; ENDRESS, 2011; DOYLE, 2012, 2015; VARGAS, 2012; DOYLE & ENDRESS, 2014; SOLTIS & SOLTIS, 2014; SAUQUET *et al.*, 2017).

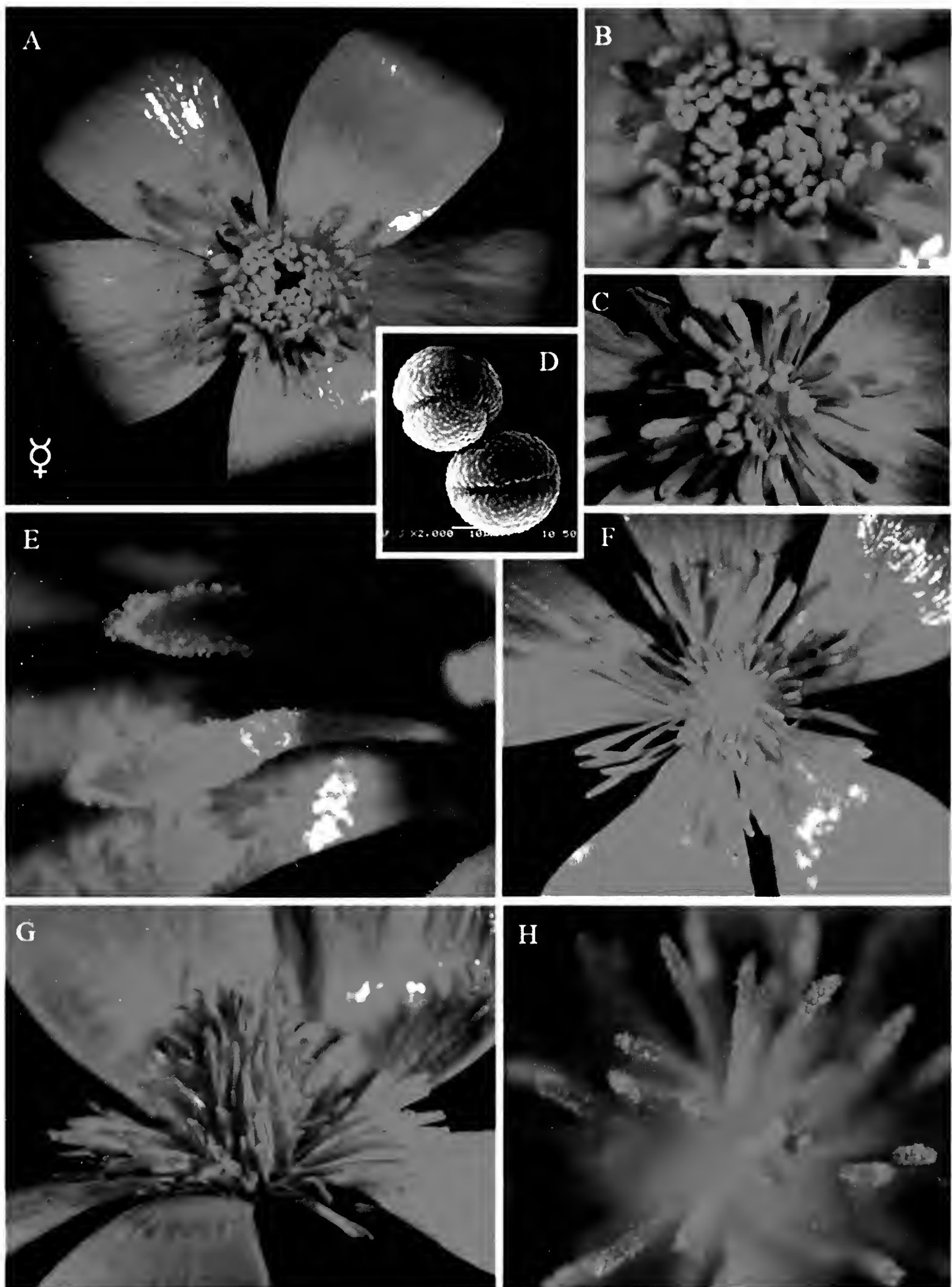
Las primeras angiospermas representadas por los linajes del grado ANITA (Amborellaceae, Nymphaeales, Illiciales, Trimeniaceae y Austrobaileyaceae) o ANA de SOLTIS *et al.* (2011) junto con la clase Magnoliidae (con magnolias y laureles) se beneficiaron tanto de las flores unisexuales con polinización cruzada obligada (xenogamia), con plantas masculinas y femeninas en taxones dioicos basales (*Amborella*) o monoicos (con individuos de flores masculinas y femeninas), pero también obtuvieron los beneficios de la flor hermafrodita o bisexual. Es en la clase Magnoliidae, donde se ubican las Lauráceas con los primeros representantes macaronésicos de los bosques de laurisilva, con flores tanto hermafroditas (*Apollonias*, *Ocotea*, *Persea*) como unisexuales (*Laurus*, *Ocotea*), o de flores morfológicamente hermafroditas pero funcionalmente unisexuales (*Ocotea*).

Casi simultáneamente a estos grupos primitivos de angiospermas, surgieron las monocotiledóneas y primeras dicotiledóneas (basales) con un solo representante macaronésico en el género *Ranunculus* (Ranunculaceae) que llega a Canarias, donde se pueden observar, flores hermafroditas con órganos sexuales de características primitivas, con androceo de numerosos estambres verticilados, anteras incluidas en el propio filamento (adnatas), y gineceo de numerosos carpelos libres dispuestos en espiral (apocárpico).

Las estructuras florales de las angiospermas basales (primitivas) se han concebido hipotéticamente con órganos en espiral, estambres con anteras y filamentos poco diferenciados, estilos poco desarrollados, y otras características comunes a las monocotiledóneas actuales como, verticilos trímeros con periantio sin diferenciar (tépalos) y polen monosulcado o inaperturado y columelado (DOYLE, 2005; FRIIS *et al.*, 2006, 2010; ENDRESS, 2011; CAPPELLARI *et al.*, 2013; DOYLE & ENDRESS, 2014; STEVENS, 2015). No obstante, todavía, la estructura ancestral de la flor de las angiospermas vivientes se sigue considerando incierta (SAUQUET *et al.*, 2017).

Las últimas reconstrucciones de la flor primitiva, a partir de los más recientes avances moleculares asociados a nuevos e importantes descubrimientos paleobotánicos, constituyen el mayor conjunto de datos jamás logrado, que ha permitido profundizar en los caracteres florales ancestrales de los nodos más complejos y problemáticos de la última filogenia de las angiospermas.

Desde esta nueva perspectiva, la flor ancestral se propone como hermafrodita (bisexual), radialmente simétrica, y trímera, con periantio indiferenciado (tépalos) de más de dos verticilos como los estambres, y con más de cinco carpelos libres dispuestos en espi-



**Lámina 1.-** *Ranunculus cortusifolius* Willd (Ranunculaceae). Endemismo macaronésico de Azores, Madeira y Canarias. Ejemplo de dicotiledónea basal con flores hermafroditas primitivas de numerosos estambres, anteras adnatas y gineceo con numerosos carpelos libres. Se observa dicogamia con protandria incompleta. A: flor joven inmadura. B, C, E: exposición y maduración del androceo. D: granos de polen. F, G, H: fase femenina de la flor, exponiendo el gineceo.

ral. Se postula pues, que las flores ancestrales fueron probablemente hermafroditas, entre otras razones, porque la mayoría de los linajes basales con flores unisexuales, como *Amborella*, exhiben rudimentos del sexo opuesto (ENDRESS & DOYLE, 2015; SAUQUET *et al.*, 2017).

Es en el Cretáceo más avanzado cuando proliferan la mayoría de los grupos taxonómicos actuales, con nuevas estructuras florales y estrategias reproductivas sexuales propias de las eu-dicotiledóneas (FRIIS *et al.*, 2006, 2010; ENDRESS, 2011; CAPPELLARI *et al.*, 2013; DOYLE & ENDRESS, 2014; STEVENS, 2015; HERENDEEN *et al.*, 2017).

## 1.2. Flores y biología reproductiva. Islas, colonización, filogenia. Canarias

Desde la época de Darwin-Wallace, las islas oceánicas han sido consideradas de gran interés como ventanas o laboratorios de evolución para los procesos evolutivos (CARLQUIST 1966; MIDWAY & HODGE, 2012; TRAVESET *et al.*, 2016). Se caracterizan por sus floras disarmónicas que no representan grupos homogéneos, poseer abundantes endemismos, y suelen ser muy variables en cuanto a aislamiento geográfico, superficie, topografía, condiciones climáticas, comunidades vegetales, animales, etc., siendo difícil por tanto hacer generalizaciones en biología evolutiva, y muy especialmente en lo que se refiere a procesos evolutivos y conservación (CARLQUIST 1974; EHRENDORFER, 1979; BARRETT, 1995, 1998, 2002, 2003, 2010, 2015; TRAVESET, 2001; TRAVESET *et al.*, 2016; DUDASH & MURREN, 2008; GAVRILETS & LOSOS, 2009; LOSOS & RICKLEFS, 2009; PANNELL, 2015, 2017).

Las islas Canarias a pesar de su cercanía al continente africano, se consideran con carácter oceánico (como Hawaii, Juan Fernández, Galápagos...) por su origen volcánico, accidentada orografía y variados ecosistemas que han propiciado y albergado una gran concentración de endemismos, muchos de ellos amenazados y frágiles.

Estas islas se han ido nutriendo de las floras colindantes desde el mioceno hace  $\approx 20$  millones de años (CARRACEDO, 2013), algunas veces desde refugios mediterráneos terciarios del sur de Europa y norte de África (MALEY, 1980), y otras veces con algunos ejemplos de afinidades lejanas norte-americanas de floras macro-continenciales conectadas desde el cretáceo, en géneros como *Persea*, *Arbutus*, *Myrica*, *Juniperus*, *Ilex*, *Ocotea*, *Pistacia*, etc. (SCORA & BERGH, 1992; HILEMAN *et al.*, 2001; HUGHET *et al.*, 2005; ROHWER *et al.*, 2009; LI *et al.*, 2011), o con ejemplos de afinidades con el este y sur de África (Rand Flora) en géneros como *Parolinia*, *Canarina* o *Plocama* (BRAMWELL, 1986; AL-SHEHBAZ *et al.*, 2006; JAÉN *et al.*, 2007; MAIRAL *et al.*, 2015; BACKLUND *et al.* 2007) o también con linajes de afinidad asiática como el género *Ilex* (Aquifoliaceae) o *Picconia* en la familia Oleaceae (GREIZERSTEIN *et al.*, 2004; MANEN *et al.*, 2004, 2010; WERNER *et al.*, 2007; SELBACH-SCHNADELBACH *et al.*, 2009; HONG-WA & BESNARD, 2013; SONG *et al.*, 2016), hipótesis biogeográficas reforzadas por datos moleculares y paleobotánicos (BRAMWELL, 1986; ANDERSON *et al.*, 2009; De NASCIMENTO, 2009; SANMARTÍN *et al.*, 2010; FERNÁNDEZ-PALACIOS *et al.*, 2011; SOSA *et al.*, 2012; SUÁREZ-RODRÍGUEZ, 2013, etc.).

Puesto que los endemismos isleños oceánicos son producto de procesos micro evolutivos en condiciones ambientales de aislamiento, y que generalmente se conforman con pocas y pequeñas poblaciones naturales, se prevén particularmente sensibles a los cam-

bios externos ambientales con exigencias y diferentes manifestaciones de flexibilidad o plasticidad reproductiva (EHRENDORFER, 1979; BARRETT, 1995, 1996, 1998, 2011, 2014; BARRETT *et al.*, 2008; PANNELL, 2015, 2017).

El auge de las técnicas moleculares y de la biología molecular con evaluaciones de diversidad genética, ha impulsado una nueva búsqueda de respuestas en cuestiones básicas de biología reproductiva, especialmente en poblaciones isleñas, pequeñas y frágiles, donde el significado morfológico y funcional de la flor se vuelve crucial (ANDERSON *et al.*, 2001, 2002; CRAWFORD *et al.*, 2001, 2015; KARRON *et al.*, 2012; CARR, 2013; KARIYAT *et al.*, 2013; PÉREZ DE PAZ & CAUJAPÉ- CASTELLS, 2013; TORICES, 2014; TRAVESET *et al.*, 2016).

Desde esta perspectiva y como premisa fundamental se entiende que, el “ciclo reproductivo” de las plantas comienza mucho antes que se formen las semillas, y son las flores, según sistemas sexuales y de auto-incompatibilidad (dependiendo de la historia evolutiva de los linajes) quienes controlan los cruces fértiles y éxito reproductivo o producción de semillas viables, influyendo decisivamente en la diversidad de fenotipos y genotipos de la progenie y eficacia biológica de las poblaciones y especies. El fallo reproductivo se produciría por desaparición de determinados individuos (con determinadas flores y/o alelos) responsables de los cruces fértiles.

El “componente filogenético” de las expresiones florales, de importancia capital, posee un fuerte valor predictivo en los ecosistemas insulares como Canarias, toda vez que el conocimiento de los colonizadores continentales potenciales, sugiere las posibles expresiones florales y estrategias reproductivas implicadas en el éxito de la colonización (establecimiento), al tiempo que puede predecir las posibles transiciones florales que posteriormente pueden ocurrir en las islas, en relación a la evolución de los polimorfismos sexuales y dioecia o sistemas de auto-incompatibilidad (SAKAI *et al.*, 1995, 1997; WELLER & SAKAI, 1999; FRIEDMAN & FLOYD, 2001; ANDERSON *et al.*, 2002; ENDRESS, 2003, 2011; LEACH & MAYO, 2005; DUMINIL *et al.*, 2007; KARRON *et al.*, 2012; CARR, 2013; KARIYAT *et al.*, 2013; BARRETT, 2013, 2014; 2015b; PÉREZ DE PAZ & CAUJAPÉ-CASTELLS, 2013; PÉREZ DE PAZ *et al.*, 2013a; DUFAY *et al.*, 2014; CASTRIC *et al.*, 2014; PANNELL, 2015, 2017).

En este contexto, la identificación de las estructuras florales de los colonizadores potenciales de las islas Canarias y posibles transiciones evolutivas de la flor, y procesos reproductivos, será determinante para conocer los mecanismos de supervivencia, éxito reproductivo y establecimiento en las islas, que sustenta el éxito de la colonización del archipiélago canario. Asimismo, la detección de anomalías reproductivas en la Flora Canaria, se considera ineludible para la generación de estrategias correctoras concretas, dirigidas a salvaguardar el éxito reproductivo poblacional (producción de semillas y generación de nuevos adultos reproductores), asegurando la viabilidad y supervivencia de poblaciones naturales y especies amenazadas.

Por tanto, el conocimiento morfológico y funcional de las flores, se entiende de importancia básica no solo para la detección de fallos reproductivos en la conservación de endemismos en peligro, sino también para comprender, el éxito de la colonización y origen de la Flora Canaria, establecimiento de los colonizadores y posterior diversificación, cuestiones inabordables desde una perspectiva exclusivamente molecular.

### 1.3. Flores y biología reproductiva. Islas, antecedentes, mitos e hipótesis históricas

#### 1.3.1. Floras isleñas y taxones autógamos vs xenógamos

Después de la colonización de un nuevo hábitat, la biología reproductiva se ha considerado crucial y determinante durante la fase de establecimiento de las especies colonizadoras según los debates y escenarios actuales de la Ley de Baker (CHEPTOU, 2012; PANNELL, 2015; PANNELL *et al.*, 2015).

La conocida como regla o ley de Baker (BAKER, 1955) establece que el éxito de una colonización se sustenta por el establecimiento de especies hermafroditas auto-compatibles, aunque años después el propio Baker admite excepciones puntuales o *leaky dioecy* (BAKER & COX, 1984), para algunos autores situaciones de pseudo-compatibilidad circunstancial o “capacidad de auto-fecundación”, para otros, fenómeno natural por el cual, una especie dioica o auto-incompatible, permite la auto-fecundación ante un evento colonizador o catástrofe ambiental, asegurando así la descendencia o progenie (LEVIN, 1996; LEIMU, 2004; KALISZ, *et al.*, 2004; CHARLESWORTH, 2006; CRAWFORD *et al.*, 2008, 2009, 2010, 2011, 2015; BARRETT, 2015b; PANNELL, 2015; PANNELL *et al.*, 2015).

Prueba de ello es la detección progresiva de linajes colonizadores dioicos y auto-incompatibles en islas oceánicas, incluyendo Canarias, que justifican por otro lado, el establecimiento de colonizadores xenógamos (pero con capacidad de autogamia) con diversidad genética suficiente para abordar en algunos casos, los procesos de diversificación y especiación, propios de islas oceánicas (EHRENDORFER, 1979; CARR *et al.*, 1986; LEVIN, 1996; WELLER *et al.*, 1990, 1996; BARRETT & HARDER, 1996; ITO, 1998; NIELSEN *et al.*, 2000, 2003; CRAWFORD *et al.*, 2008, 2009, 2010, 2011; 2015; ANDERSON *et al.*, 2001, 2002; BERNARDELLO *et al.*, 2001; FERNÁNDEZ-PALACIOS, 2010; CHEPTOU, 2012; PÉREZ DE PAZ *et al.*, 2013a; SCHLESSMAN *et al.*, 2014; STUESSY *et al.*, 2014; FERNÁNDEZ-PALACIOS *et al.*, 2015; PANNELL *et al.*, 2015; OLANGUA-CORRAL, 2016).

Para determinados autores es importante distinguir entre la modalidad del sistema de cruzamiento dominante en una especie (autogamia o xenogamia) y la “capacidad de auto-fecundación”. En este contexto, la ley de Baker se debe entender como situaciones de colonización protagonizadas por especies con “capacidad de reproducción uniparental”, en lugar de colonizaciones de especies absolutamente autógamas o con “altas tasas de auto-fecundación”. De esta manera se podría aceptar la ley de Baker en situaciones de colonización de islas oceánicas, o de colonización de especies invasoras (PANNELL *et al.*, 2015).

No obstante, según un reciente trabajo (basado en las familias Asteraceae, Brassicaceae y Solanaceae), aunque parece que en las islas el porcentaje estimado de especies autógamas puede ser superior a los porcentajes evaluados en zonas continentales (GROSSENBACHER *et al.*, 2017), sin embargo no se debe descartar la posibilidad de una valoración producto de la sobrestimación de autogamia en las fuentes bibliográficas isleñas consultadas, donde probablemente se incluyen taxones xenógamos provistos de capacidad de reproducción uniparental o con capacidad de cruces mixtos.

#### 1.3.2. Floras isleñas y bajos niveles de diversidad genética neutral

Si bien ha sido muy debatida la idea de la poca diversidad genética en las islas, actualmente se ha visto que no siempre es así. Durante algún tiempo se ha considerado a las



islas oceánicas con bajos niveles de diversidad genética neutral, consecuencia de los cuellos de botella de la colonización, auto-fecundación y autogamia (BARRETT, 1996; FRANKHAM, 1997, 1998, 2003).

Pero los altos niveles de polimorfismo genético (neutral) detectados en endemismos isleños y/o amenazados (islas Canarias, islas Channel, Bonin, Ryukyu, etc), sugieren que la diversidad genética de una determinada especie depende en gran medida de factores intrínsecos como los mecanismos reproductivos (sistemas de cruzamiento o auto-incompatibilidad total o parcial) o del número de cromosomas, y de otros agentes ajenos a la geografía, como la talla poblacional, que también juega un importante papel (HAMRICK *et al.*, 1979; ARADHYA *et al.*, 1991; HAMRICK & GODT, 1996; WELLER *et al.*, 1996; CHARLESWORTH & YANG, 1998; MAKI & MORITA, 1998; GITZENDANNER & SOLTIS, 2000; FRANCISCO-ORTEGA *et al.*, 2000; CRAWFORD *et al.*, 2001; MAKI, 2003; MAKI *et al.*, 2003; CLARK-TAPIA & MOLINA-FREANER, 2003; HELENURM *et al.*, 2005; CHARLESWORTH, 2006; HENDERSON *et al.*, 2006; DUMINIL *et al.*, 2007, 2009; IRIONDO *et al.*, 2008; SUÁREZ *et al.*, 2009; FRANKHAM, 2010; FERNÁNDEZ-MAZUECOS & VARGAS, 2011; PÉREZ DE PAZ & CAUJAPÉ-CASTELLS, 2013). Al mismo tiempo ha quedado demostrado que los niveles de diversidad genética neutral, no son causa de amenaza. Está universalmente aceptado, que la diversidad genética evaluada por marcadores moleculares neutrales, refleja principalmente los efectos de la deriva genética, y no el potencial evolutivo de una especie o capacidad de adaptación a presiones selectivas, como tampoco, la diferenciación poblacional provocada por la selección natural (REED & FRANKHAM, 2001; KIRK & FREELAND, 2011). No obstante, según estos últimos investigadores, aunque se continúe utilizando marcadores moleculares neutrales debido a su facilidad de uso y a su importante información, que permite inferencias bastante precisas de los eventos demográficos pasados, los análisis genéticos con marcadores no neutrales que informan de los efectos de la selección natural (QTL o genética cuantitativa y técnicas NGS o Secuencias de Nueva Generación), complementarán más eficazmente a los marcadores neutrales.

### *1.3.3. Floras isleñas y fragmentación poblacional*

La fragmentación poblacional como amenaza, es otro de los mitos encriptados y contradictorios en las islas, con ecosistemas donde prima la fragmentación natural, esencia de micro-evolución y endemidad, que requiere especial precaución en políticas de conservación, cuando no se diferencia de la fragmentación antrópica (PÉREZ DE PAZ & CAUJAPÉ-CASTELLS, 2013). Favorecer la conectividad de poblaciones isleñas podría suponer una homogenización artificial antrópica, convirtiendo a las islas en magníficos campos de golf. Los barrancos, barreras intransulares que dificultan el flujo génico inter-poblacional (polen y semillas), favorecen el aislamiento y procesos micro-evolutivos (selección). Considerar indiscriminadamente la fragmentación poblacional o diferencia genética y fenética de las poblaciones de una especie, como amenaza, sería negar la esencia de la especiación en islas oceánicas como Canarias.

## 2. FLORES Y ESTRATEGIAS REPRODUCTIVAS EN CANARIAS

Las flores, aunque se consideran uno de los principales ejes de la taxonomía vegetal y la esencia de la reproducción sexual de las angiospermas, todavía hay en general un gran vacío en el conocimiento de la flor en muchos de sus aspectos morfológicos, significado funcional y biológico (BARRETT, 1995, 1998, 2003, 2008, 2010, 2011, 2014; PROCUTOR *et al.*, 1996; ENDRESS, 2011; SOLTIS & SOLTIS, 2014; TORICES, 2014) y especialmente en lo que se refiere en particular a floras isleñas como Canarias (ANDERSON *et al.*, 2002; PÉREZ DE PAZ, 2002; CRAWFORD *et al.*, 2011, 2015; PÉREZ DE PAZ & CAUJAPÉ-CASTELLS, 2013; PÉREZ DE PAZ *et al.*, 2013a, 2013b).

Concretamente en las islas Canarias solo se encuentra información reproductiva en un 42% de los géneros presentes, de los cuales un 12% poseen alguna especie con dioecia o subdioecia, aproximadamente un 8% presentan dimorfismo sexual (incluyendo los sistemas sexuales de ginodioecia, androdioecia, heterodicogamia y polígamodioecia), y quedan sin valorar bastantes géneros con indicios de estar afectados por mecanismos de auto-incompatibilidad, pero es un dato del que hasta el momento se tiene poca información en la flora canaria (PÉREZ DE PAZ *et al.*, 2013a).

### 2.1. Flores y eficacia biológica.

#### Sistemas de cruzamiento: dioecia y auto-incompatibilidad

Desde Darwin, considerado el “padre” de los estudios modernos de los sistemas de cruzamiento, muchos autores (DARWIN, 1876, 1877; RICHARDS, 1997; BARRETT, 1995, 2003, 2010a, 2010b, 2013, 2015; LEACH & MAYO, 2005; CHARLESWORTH, 2006; PANNELL, 2009; CARR, 2013; PANNELL & LABOUCHE, 2014; CASTRIC *et al.*, 2014) reconocen que la polinización cruzada entre plantas diferentes (xenogamia) es más exitosa que la auto-fecundación (autogamia), proporcionando, sin duda alguna, dos claras ventajas:

a) Evita la endogamia, con repercusión en el vigor de los individuos y viabilidad de las poblaciones naturales, y b) Produce una mayor variabilidad de fenotipos y genotipos en las poblaciones naturales, aportando, en principio, un mayor potencial adaptativo frente a cambios ambientales, aspecto importante para la colonización de nuevos hábitats y posibles cambios climáticos.

Las angiospermas consiguen evitar la auto-polinización o autogamia mediante dos tipos de mecanismos, que implican cambios estructurales y fisiológicos en las flores:

i) Por dioecia, con flores unisexuales en plantas o individuos diferentes, masculinos y femeninos.

ii) Por auto-incompatibilidad o incapacidad de una flor hermafrodita o individuo monoico para producir semillas viables por auto-polinización.

La detección de estos dos mecanismos reproductivos en las floras insulares implica un conocimiento previo de las filogenias moleculares bien resueltas, como obligado punto de partida que, nos da “pistas” para reconocer las expresiones y transiciones florales (GITZENDANNER & SOLTIS, 2000; FRIEDMAN & FLOYD, 2001; BARRETT, 2010; ENDRESS, 2011; KARRON *et al.*, 2012; CARR, 2013; KARIYAT *et al.*, 2013; PÉREZ DE PAZ & CAUJAPÉ-CASTELLS, 2013; PÉREZ DE PAZ *et al.*, 2013a, 2013b; CASTRIC *et al.*, 2014).

Realmente la variabilidad en los sistemas de cruzamiento de las plantas, se considera una consecuencia fundamental de la diversidad de flores (forma y función), que junto a las interacciones ecológicas y ambientales, posee una fuerte incidencia en la expresión de diversidad y estructuración genética de las poblaciones naturales, influyendo decisivamente en el curso de la evolución de las especies (BARRETT, 1995, 1998, 2013, 2014; 2015b; BARRETT *et al.*, 1997; CRAWFORD *et al.*, ; RICHARDS, 1997; CHARLESWORTH, 2006; DUMINIL *et al.*, 2007; HEREFORD, 2010; KARRON *et al.*, 2012; CARR, 2013; KARIYAT *et al.*, 2013; PÉREZ DE PAZ & CAUJAPÉ-CASTELLS, 2013; DUFAY *et al.*, 2014; CASTRIC *et al.*, 2014; TORICES, 2014; PANNELL, 2015, 2017; PANNELL *et al.*, 2015).

## 2.2. Dioecia y sistemas sexuales. Islas. Canarias

La dioecia (poblaciones naturales con plantas masculinas y femeninas) es un sistema sexual presente en casi la mitad de las familias de angiospermas donde es relativamente escaso (<10%) y sin embargo se considera frecuente en ecosistemas tropicales y de islas. De hecho, junto con otros aspectos (leñosidad, gigantismo, etc) forma parte de lo que se conoce como síndrome insular (CARLQUIST, 1966, 1974; TRAVESET, 2001; KÄFER *et al.*, 2017).

Desde Darwin, los biólogos evolutivos han explicado el origen de la dioecia, como el resultado de las interacciones entre factores genéticos y ecológicos, considerando dos fuerzas selectivas principales: evitar la endogamia y/o favorecer la *especialización sexual* u optimización de recursos paternos y maternos en favor de la descendencia (DARWIN, 1877; BAWA, 1980; FREEMAN *et al.*, 1997; WEBB, 1999; SAKAI & WELLER, 1999; CHARLESWORTH, 1999; BARRETT, 2002; SINCLAIR *et al.*, 2013; RENNER, 2014; KÄFER *et al.*, 2017; PANNELL, 2017). A través de modelos teóricos y trabajos empíricos se ha profundizado en el conocimiento de la flor hermafrodita y unisexual como también de los heteromorfismos sexuales, identificando varias vías evolutivas hacia la dioecia (SAKAI & WELLER, 1999; RENNER, 2014, 2016).

Hoy día, la mayoría de los modelos y trabajos empíricos justifican la aparición de la dioecia a partir del hermafroditismo a través de una serie de mutaciones independientes feminizantes o masculinizantes, que pueden estar genética y cromosómicamente vinculadas (DIGGLE *et al.*, 2011; CHARLESWORTH, 2015, 2016; RENNER, 2016; PANNELL, 2017). Es decir que la aparición y establecimiento de individuos unisexuales en una población de hermafroditas: femeninos (en la vía de la ginodioecia), o masculinos (en la vía de la androdioecia), constituye un primer paso para la evolución hacia la dioecia. Otras vías alternativas hacia la dioecia en poblaciones hermafroditas, implican a dos morfos florales diferentes o tipos de individuos cosexuales presentes (morfos A y B de las especies heterodícogamas o protándricos y protogínicos en otro tipo de heterodícogamia) que se especializan cada uno, en una de las dos funciones sexuales, masculina y femenina (DELPH, 2003; DIGGLE *et al.*, 2011; DUFAY *et al.*, 2007, 2014; RENNER, 2014, 2016).

No obstante, algunos autores siguen siendo partidarios de considerar que la dioecia puede surgir frecuentemente también, a partir de diferentes grados o niveles de monoecia (plantas con flores unisexuales masculinas y femeninas), sin embargo, aunque las bases genéticas de esta ruta no están bien establecidas, se sabe que por esta vía la evolución hacia la dioecia, depende fundamentalmente de factores ecológicos, implicando a de-

terminadas hormonas vegetales y/o factores epigenéticos que hacen de detonante para la intervención de los factores genéticos, que conducen a la diferenciación sexual de las especies monoicas que evolucionan a dioicas (DIGGLE *et al.*, 2011; GOLENBERG & WEST, 2013; DUFAY *et al.*, 2014; RENNER, 2016). Estas interacciones genético-ambientales que constituyen la base teórica de la selección sexual y asignación de recursos en individuos y poblaciones, justifican la segregación espacial de los sexos y la labilidad sexual, por factores ambientales, permitiendo la posibilidad de situaciones sexuales intermedias (PANNELL, 2017).

En la Flora Canaria se ha reconocido algunas de estas rutas hacia la dioecia, en grupos endémicos donde los sistemas sexuales y polimorfismos implicados con flores unisexuales, se corresponden a los de sus respectivos linajes taxonómicos continentales y posibles colonizadores (*Phoenix, Bryonia, Pistacia, Myrica, Laurus, Salix, Borea, Semele, Ilex, Rhamnus, Gymnosporia, Rumex, Bencomia, Marcetella, Phyllis, Plocama, Persea, Picconia, Neochamaelea*, etc).

Entre las vías hacia la dioecia detectadas en Canarias para diversos géneros desde el hermafroditismo, pero con flores unisexuales implicadas, las filogenias moleculares han señalado y detectado que los distintos linajes han optado por vías diferentes para la conquista de la dioecia, y se han podido reconocer las rutas desde la ginodioecia, androdioecia o heterodichogamia. Asimismo se han reconocido sistemas mixtos de acceso a la dioecia, donde parecen implicados sistemas sexuales como la androdioecia con duodicogamia y heterodicogamia (*Neochamaelea*) como se verá más adelante. De la misma manera, se han considerado otros ejemplos que parecen estar en la ruta de la monoecia, donde las flores unisexuales implicadas, no exhiben rudimentos o abortos del otro sexo.

Hasta el momento, un 12% de los géneros canarios investigados poseen alguna especie dioica. Este dato situaría a las islas Canarias como otro ejemplo de islas oceánicas donde la dioecia es similar a la de Hawaii con un 11% de géneros con alguna especie dioica (SAKAI *et al.*, 1995; PÉREZ DE PAZ *et al.*, 2013a). Hay casos claros en los que la dioecia no se considera autóctona porque todos los parientes relacionados ya la poseen, en otros casos se presupone autóctona con bastante certeza, y sin embargo otros permanecen dudosos (PÉREZ DE PAZ *et al.*, 2013a).

### 2.2.1. Rutas de dioecia desde el hermafroditismo

Las vías evolutivas desde el hermafroditismo a la dioecia incluyen los sistemas de cruzamiento intermedios de la ginodioecia (individuos hermafroditas y femeninos) y androdioecia (individuos hermafroditas y masculinos). Estas vías comienzan con la invasión de mutantes unisexuales, femeninos o masculinos respectivamente, seguidos por alteración de los hermafroditas dando más recursos a la función sexual opuesta a los unisexuales. Cuando eventualmente, los hermafroditas se vuelven unisexuales surge (evoluciona) la dioecia, aunque en algunas especies no se completa este segundo paso, o incluso revierten desde la dioecia (DELPH & WOLF, 2005).

Los sistemas sexuales en plantas isleñas se caracterizan por la plasticidad en su expresión sexual, de modo que la autogamia (autopolinización) y la xenogamia (polinización cruzada entre individuos diferentes) puede intercambiarse con cierta facilidad (PANNELL, 2015). Las condiciones ambientales pueden afectar y alterar la expresión sexual de una

planta o el grado en que alcanza el sexo funcional o condición masculina o femenina (DELPH, 2003; DELPH & WOLF, 2005; PANNELL, 2005).

En este trabajo y especialmente en lo que se refiere a la detección de los sistemas sexuales y vías hacia la dioecia en las islas Canarias, se han tenido en cuenta las posibles interpretaciones erróneas que pueden surgir ante las flores morfológicamente hermafroditas pero funcionalmente unisexuales (Lámina 2), definidas por algunos autores como flores unisexuales tipo-I y tipo-II (MITCHELL & DIGGLE, 2005; DIGGLE *et al.*, 2011).

Las flores tipo-I, con rudimentos del sexo opuesto, masculino o femenino, representan en algunos casos, episodios de transición desde o hacia la unisexualidad, y son frecuentes en especies con dimorfismo sexual y situaciones más o menos cercanas a la dioecia (CHARLESWORTH, 2016; RENNER, 2014, 2016; KÄFER *et al.*, 2017; PANNELL, 2017). Se manifiestan y se han detectado en algunos géneros presentes o endémicos de Macaronesia o de Canarias, como *Semele* (Ruscaceae), *Ilex* (Aquifoliaceae), *Gymnosporia* (Celastraceae), *Plocama* (Rubiaceae), *Picconia* (Oleaceae), *Neochamaelea* (Cneoraceae), etc.

#### 2.2.1.1. Dioecia. Hermafroditismo vía heterodicogamia.

Algunos linajes primitivos como el orden Laurales con flores hermafroditas, poseen mecanismos capaces de separar temporalmente la fase masculina y femenina de la flor (dicogamia), y frecuentemente se observan flores que abren en fase femenina exponiendo el estigma maduro (protoginia). Este mecanismo se encuentra comúnmente extendido en la familia Lauráceas y se le puede observar en los representantes macaronésicos de la familia que llegan a Canarias, típicos de los bosques de laurisilva (Lámina 3).

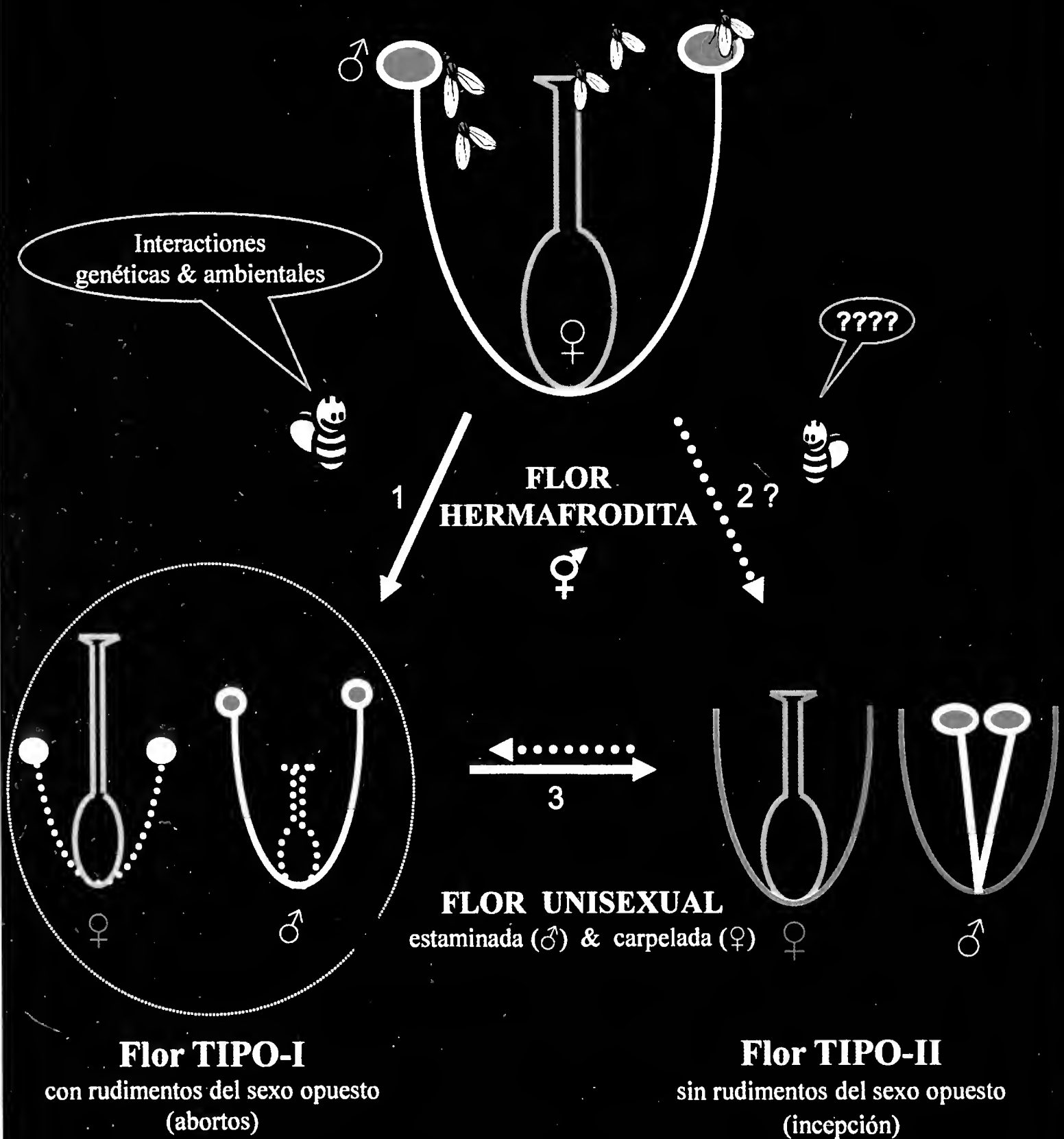
Un tipo de dicogamia sincrónica que poseen algunas especies de flores hermafroditas protogínicas, conocido como heterodicogamia, también se manifiesta en algunas angiospermas primitivas de los órdenes Magnoliales y Laurales (KUBITZKI & KURZ, 1984; LLOYD & WEBB, 1986; RENNER, 2001; ENDRESS, 2010; PANG & SAUNDERS, 2014). Se considera un mecanismo floral que proporciona dioecia temporal en las poblaciones naturales, con dos tipos de individuos o morfos: plantas A con flores que abren por la mañana (en fase femenina), y plantas B, con flores que abren por la tarde (en fase femenina) y se cruzan con las plantas del morfo A, que ya se encuentran en fase masculina.

2.2.1.1.1. El “viñátigo”, *Persea indica* (L.) Spreng. (Lauraceae) es un endemismo macaronésico, arbóreo, diploide con  $2n=2x=24$  que no se encuentra en ninguna de las listas rojas de especies en peligro, aunque en algunas islas se considera amenazada por pérdida de hábitat. La filogenia molecular señala a esta especie con mayor afinidad americana que asiática (SCORA & BERGH, 1992; ROHWER *et al.*, 2009; LI *et al.*, 2011).

Como sus congéneres, posee flores hermafroditas protogínicas productoras de néctar, polinizadas probablemente por pequeñas abejas y moscas, y se le considera con dioecia temporal no autóctona, ocasionada por heterodicogamia sincrónica, propia del género y de otras Lauraceae (PÉREZ DE PAZ *et al.*, 2013a). Los individuos del morfo A exponen el estigma receptivo (blanco-brillante) por la mañana, mientras que sus anteras valvares liberan el polen por la tarde (fase masculina), haciendo posible la fecundación cruzada con las plantas del morfo B, que acaban de abrir sus flores en fase femenina. De esta manera se ha posibilitado la dioecia temporal con cruces obligados entre las plantas o individuos A y B.

# FLOR HERMAFRODITA & UNISEXUAL

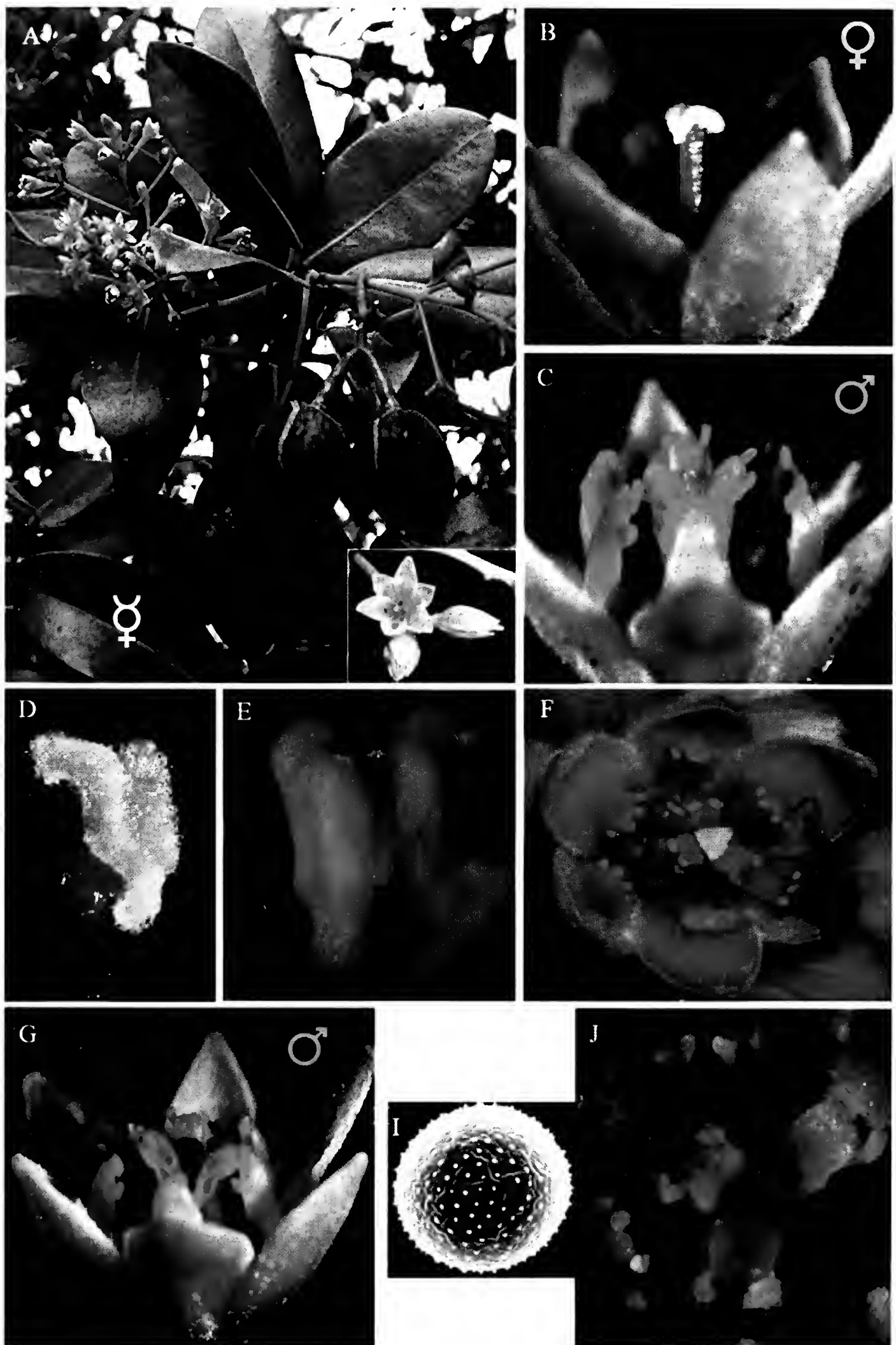
(MITCHELL & DIGGLE, 2005; DIGGLE *et al.*, 2011; GOLENBERG & WEST, 2013)



Algunas FLORES funcionalmente UNISEXUALES poseen rudimentos del sexo opuesto (abortos) y representan TRANSICIONES intermedias entre el HERMAFRODITISMO y unisexualidad

(*Semele, Plocama, Neochamaelea, Picconia, etc*)

Lámina 2.- Flor hermafrodita y unisexual de las angiospermas. Esquema que representa la transición desde la flor hermafrodita a los dos tipos de flor unisexual: tipo-I y tipo-II.



**Lámina 3.-** *Persea indica* (L.) Spreng. (Lauraceae). Ejemplo de dioecia temporal con heterodico- gamia sincrónica. A: planta con flor y frutos. B, D, E: flor recién abierta en fase femenina, expo- niendo el gineceo maduro (protogínica) y anteras todavía cerradas. C, F: flor en fase masculina, con las anteras dehiscentes y flor con visitante floral. G y J: flor en fase masculina, con las anteras de- hiscentes exponiendo el polen y el estigma ya marchito. I: polen (MEB).

### 2.2.1.2. Dioecia. Hermafroditismo vía ginodioecia

Es considerada como una de las vías evolutivas más importantes desde el hermafroditismo hacia la separación de sexos o dioecia. La ginodioecia, sistema considerado bastante eficaz, se caracteriza por la coexistencia de plantas hermafroditas y femeninas en la misma población que garantiza la formación de semillas xenógamas en los individuos femeninos y el vigor de la progenie (RICHARDS, 1997; CHARLESWORTH, 1999, 2006; DELPH, 2003; SPIGLER & ASHMAN, 2012; DUFAY *et al.*, 2014; RENNER, 2014). Algunos estudios destacan una mayor fertilidad de las semillas en los individuos femeninos que generalmente se correlaciona con su frecuencia en las poblaciones naturales (SPIGLER & ASHMAN, 2012).

En la adquisición de dioecia por esta vía, algunas de las hipótesis justifican su aparición y búsqueda de la xenogamia para evitar la autogamia y problemas de endogamia, pero no necesariamente de manera exclusiva. Parece extremadamente probable que la distribución de recursos y otros factores ecológicos o ambientales (aridez u otras condiciones extremas) jueguen un papel importante (CHARLESWORTH, 1999; DUFAY *et al.*, 2014).

La ginodioecia puede continuar su evolución hacia la a dioecia, a través de la pérdida de la función femenina de los hermafroditas (que se convierten en masculinos), o puede permanecer estable (DELPH, 2003; DUFAY *et al.*, 2007).

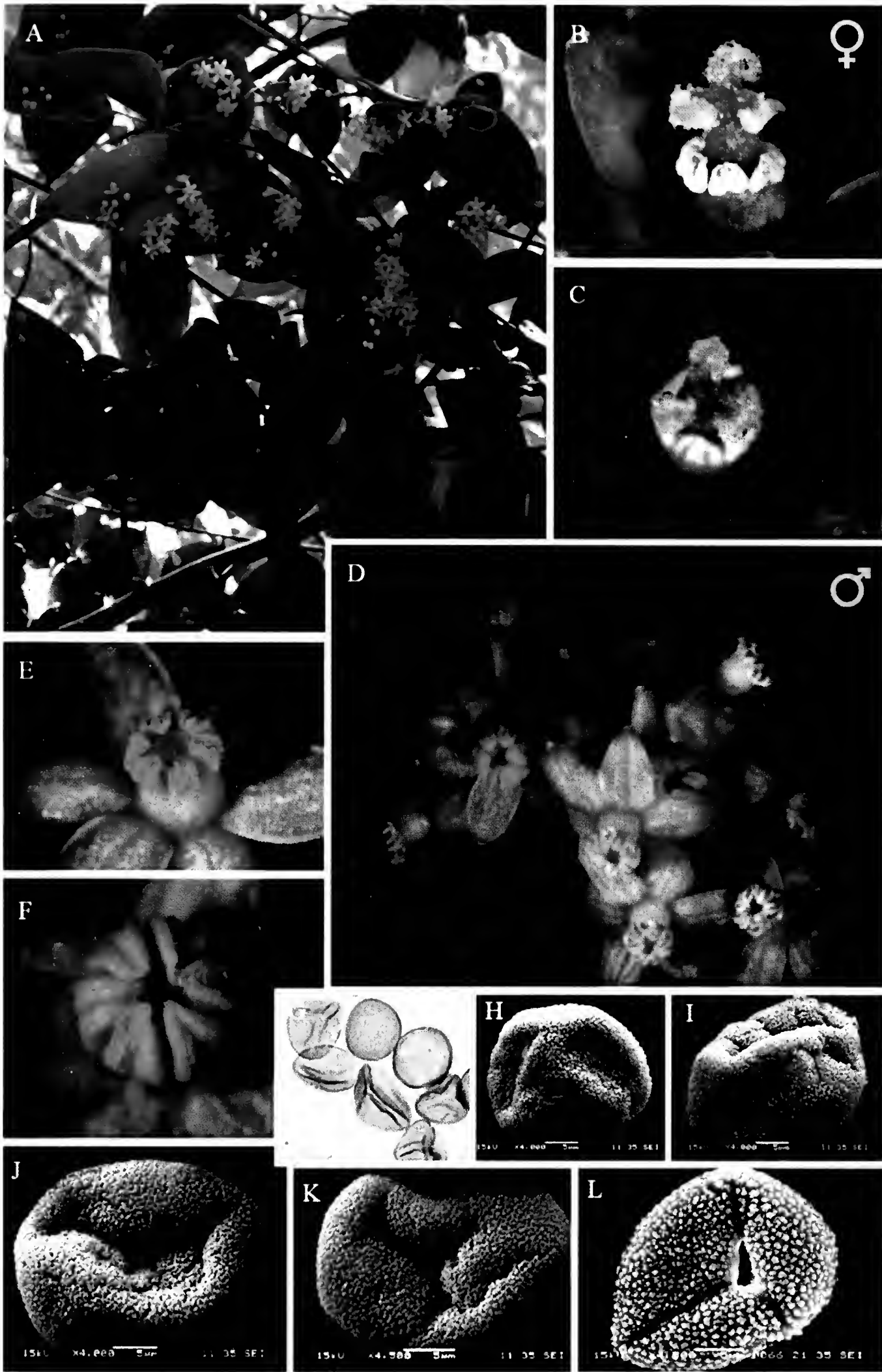
La invasión de individuos femeninos en poblaciones de individuos hermafroditas (cosexuales) suele ir acompañada casi siempre por diferencias de fertilidad en ambos morfos (masculinización de hermafroditas con escasa formación de frutos), requerimiento absolutamente necesario para que las poblaciones ginodioicas puedan evolucionar a subdioicas, trioicas y finalmente a dioicas. Es importante señalar en esta ruta hacia la dioecia, que la presencia de subdioecia y trioecia representa situaciones y sistemas intermedios diferentes, de manera que mientras la trioecia (masculinos, femeninos y hermafroditas) supone un sistema evolutivamente estable, la subdioecia representaría situaciones inestables de transición con aparición de individuos conocidos como “masculinos inconstantes” que producen algún fruto (SPIGLER & ASHMAN, 2012).

En esta ruta se han catalogado géneros presentes en Macaronesia y Canarias como, *Semele*, *Plocama*, *Gymnosporia* (*Maytenus*), *Kunkeliella*, o algunas Rosaceae-Sanguisorbeae entre otros (PÉREZ DE PAZ *et al.*, 2013a).

2.2.1.2.1. *Semele* Kunth (Ruscaceae) es género endémico de Macaronesia, diploide ( $2n=40=2x$ ), lianoide y fuertemente leñoso, típico de los bosques de Laurisilva (Lámina 4). Las filogenias moleculares con datos morfológicos (RUDALL *et al.*, 2000; KIM *et al.*, 2010) revelan una fuerte relación con los géneros *Danae* y *Ruscus* considerados como restos de una flora terciaria (Laurasia). *Danae* es monoico mientras que *Ruscus* posee taxones subandroicos (con individuos femeninos y hermafroditas con alguna flor masculina) expresión sexual típica de taxones ginodioicos en situación próxima a la subdioecia, taxones subdioicos y dioicos (MARTÍNEZ-PALLÉ & ARONNE, 1999; HALADA & ERDELSKÁ, 2005; GIRÁLDEZ, on line).

La “gibalbera” *Semele gayae* (Webb & Berthel.) Svent. & Kunkel es una especie endémica de la isla de Gran Canaria, que se considera amenazada con categoría de vulnerable (BAÑARES *et al.*, 2004).





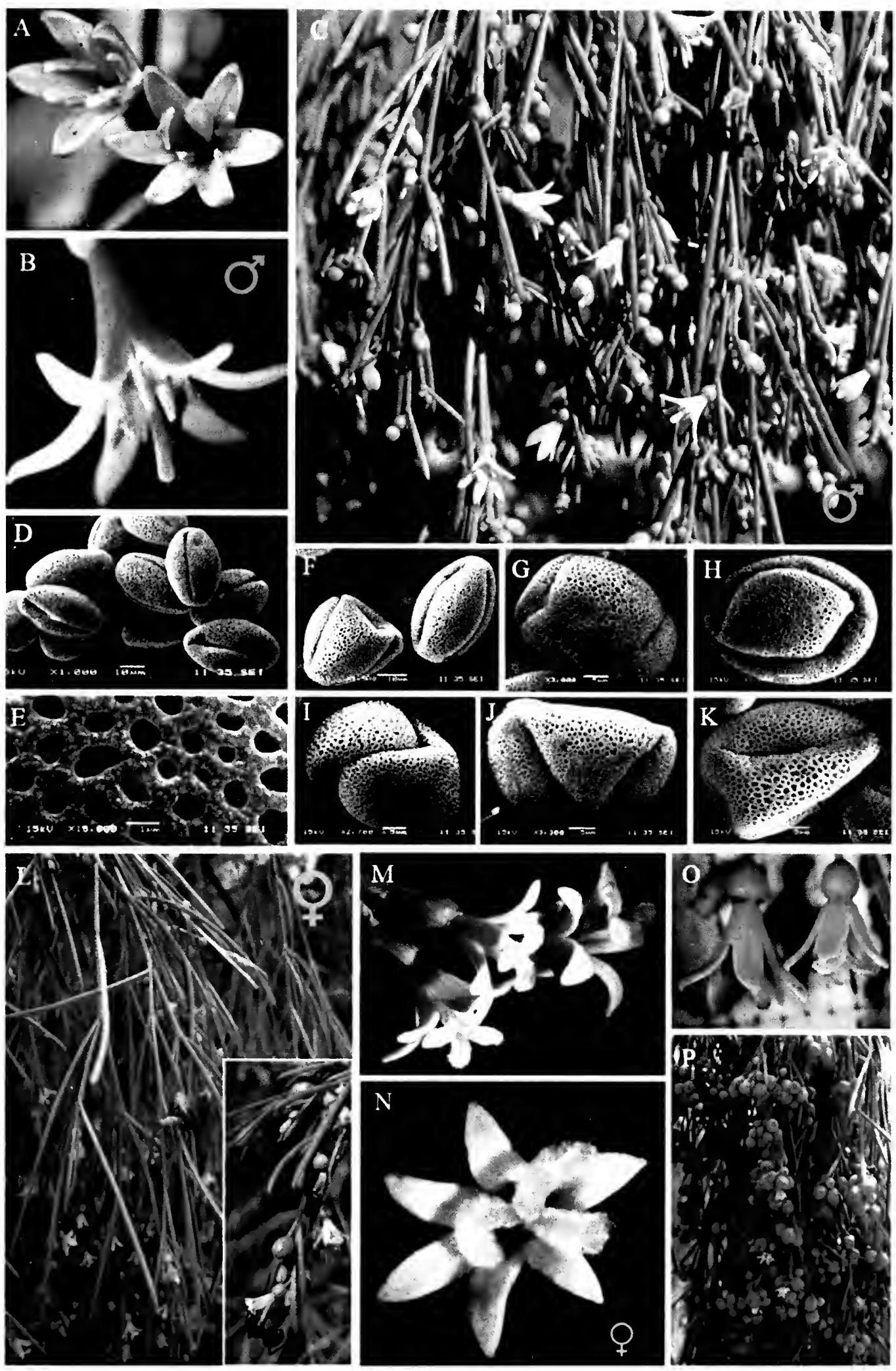
**Lámina 4.-** *Semele gayae* (Webb & Berthel.) Svent. & Kunkel (Ruscaceae), especie dioica con individuos femeninos y masculinos. A: planta femenina con flores y frutos. B, C: flores femeninas con el gineceo bien desarrollado y anteras abortadas. D, E, F: detalles de flores masculinas con anteras dehiscentes. G: granos de polen al microscopio óptico y H-L: pólenes al microscopio electrónico de barrido (MEB).

Esta especie, es fundamentalmente dioica con dioecia que se puede considerar autóctona, aunque posee algunas poblaciones con flores hermafroditas ocasionales y situaciones lábiles de subdioecia. Con plantas femeninas y masculinas en las poblaciones naturales, la relación de sexos es 1:1 y posee un éxito reproductivo alto. El número de flores por planta, es similar en ambos sexos. Las flores pequeñas, agrupadas en glomérulos, que se sitúan principalmente en posición central del cladodio, parecen morfológicamente hermafroditas pero funcionalmente unisexuales, exhibiendo órganos abortados del sexo opuesto. Las flores masculinas son más grandes que las femeninas y presentan un tipo polínico variable, con granos fácilmente deformables haciendo que su descripción resulte difícil, desde inaperturados (omniaperturados) a sulcado difusos, ocasionalmente tricotomosulcados con exina escabrosa y delgada (Pérez de Paz *et al.*, *in prep*). En *Danae* y *Ruscus* el polen es monosulcado pero difieren en la ornamentación de su exina, psilada en *Ruscus* o escabrosa en *Danae* como en *Semele* (ERDTMAN 1971; FURNESS & RUDALL, 1999; RUDALL & CAMPBELL, 1999). La relación Polen: Óvulo (10000) apoya la xenogamia obligada de la categoría de CRUDEN (1977) con  $\approx 10000$  granos por antera y  $\approx 60000$  granos por flor (6 anteras) mucho más severa que la de *Ruscus aculeatus* con  $\approx 1000$  granos por antera y  $\approx 3000$  granos (tres anteras) por flor (MARTÍNEZ-PALLÉ & ARONNE, 2000). La polinización de *Semele* es probablemente por dípteros y sus frutos rojos son dispersados por aves y lagartos endémicos (VALIDO, 1999).

2.2.1.2.2. El “balo” *Plocama pendula* Aiton (Rubiaceae-Paederieae) es, según autores, un género monotípico endémico de las islas Canarias que se considera con dioecia funcional autóctona. Es un arbusto leñoso propio de los cauces de los barrancos del piso basal, aunque también en laderas, malpaíses y riscos del tabaibal-cardonal de todas las islas, a excepción de Lanzarote y La Palma, donde se cree extinguida. No está presente en ninguno de los listados de plantas en peligro, pero se observan poblaciones en regresión propias de su situación geográfica en las zonas de máxima presión antrópica de las islas (Lámina 5).

Este género que no ha diversificado en las islas, se le ha considerado tradicionalmente dentro de la tribu Paederieae DC, aunque actualmente se ha reubicado en la subtribu Putoriae DC o nueva tribu Putorieae (PUFF, 1982; BACKLUND *et al.* 2007). Los análisis morfológicos y filogenéticos revelan que sus parientes continentales más cercanos se encuentran en Sudáfrica (*Crocylis*) y Arabia (*Gaillonia*) ambos con flores predominantemente pentámeras y especies ginodioicas (PUFF, 1982; THULIN, 1998; BACKLUND *et al.* 2007). Es un género considerado tetraploide ( $2n=44=4x$ ) a diferencia de su pariente más cercano, *Crocylis* calificado diploide con  $2n=22=2x$  al igual que el género *Putoria* de flores tetrámeras hermafroditas (LARSEN, 1958; BACKLUND & THULIN, 2007). No se le conoce su diversidad genética poblacional.

Sus flores blanquecinas e inconspicuas con síndrome anemófilo, son visitadas por varios grupos de insectos como himenópteros, dípteros y hormigas endémicas (OLESEN *et al.*, 2002; VALIDO & OLESEN, 2010). Ha sido descrito con dioecia funcional (MENDOZA-HEUER, 1987; PÉREZ DE PAZ *et al.*, 2013a), con plantas masculinas (de flores morfológicamente hermafroditas con gineceos no funcionales que no forman frutos, sino ocasionalmente, y plantas femeninas, con flores más cortas, anteras (sin polen) y gineceo con ramas estigmáticas separadas de papilas expuestas (anemofilia), con elevado éxito reproductivo y frutos (bayas transparentes) dispersados por pájaros y lagartos endémicos (BARQUIN & WILDPRETT, 1975; VALIDO, 1999; PADILLA *et al.*, 2012).



**Lámina 5.- *Plocama pendula* Aiton (Rubiaceae),** endemismo canario con dioecia funcional con plantas masculinas (C) de flores morfológicamente hermafroditas pero funcionalmente masculinas con las ramas estigmáticas cerradas y anteras desarrolladas que producen polen (A, B). D, E: granos de polen normales con detalle de la ornamentación exínica al MEB. F-K: polimorfismos polínicos aperturales. L: planta femenina: M, N: flores femeninas exponiendo el estigma de ramas separadas. O: flor masculina (izquierda) y femenina (derecha) de talla diferente. P: frutos en una planta femenina.

En las plantas masculinas, las flores (morfológicamente hermafroditas) mayores que las femeninas, presentan el gineceo con las ramas estigmáticas cerradas aunque algunas pueden ser funcionales (0-36%). El ratio Polen:Ovulo (6500) revela xenogamia obligada según CRUDEN (1977) con  $\approx 4000$  granos/antera (PÉREZ DE PAZ *et al.*, 2013a). Los granos de polen normales son buenos indicadores de sus relaciones filogenéticas (ornamentación exínica), ha sido descrito en varios trabajos (PÉREZ DE PAZ, 1977; ROBBRECHT, 1982; LECUONA *et al.*, 1987), pero no se ha denunciado previamente la presencia de polimorfismos polínicos aperturales, posible reflejo de procesos micro-evolutivos de poli o diploidización y/o marcadores de vigor o eficacia biológica al proporcionar mayores oportunidades de tubos polínicos y por tanto de germinación (MIGNOT *et al.*, 1994; PÉREZ DE PAZ *et al.*, 2009; TILL-BOTTRAUD *et al.*, 2012).

2.2.1.2.3. El “peralillo” *Gymnosporia cassinoides* (L’Her) Masf. (Celastraceae) es un arbolillo endémico de Canarias, propio de riscos y regiones forestales que se le presupone poliploide como sus congéneres ( $2n=36=4x$ ,  $54=6x$ ). En los análisis filogenéticos *G. cassinoides* está estrechamente relacionada con *G. senegalensis* (arbusto subcosmopolita con poblaciones marroquíes monoicas y dioicas, *G.harveyana* (árbol dioico sudafricano) y el género *Putterlickia* (SIMMONS *et al.*, 2008). El género *Gymnosporia*, recientemente rehabilitado, tiene flores funcionalmente unisexuales, frutos en cápsulas dehiscentes y semillas con arilo (Lámina 6).

Se le considera con trioecia no autóctona y tres tipos de plantas en proporciones variables (femeninas, monoicas y masculinas) aunque la presencia ocasional de flores hermafroditas y la inestabilidad de algunos individuos masculinos, refleja situaciones lábiles de subdioecia. La expresión sexual y relación de plantas más frecuentes en las poblaciones es: i) femeninas (29%) con flores sin polen y muchos frutos, ii) masculinas (48%) con frutos esporádicos (inconstantes) y iii) monoicas (18%) que pueden ser fundamentalmente masculinas (Mf) o femeninas (Fm) con producción de frutos muy variable. En ocasiones se observan individuos polígamos (5%) con flores masculinas, femeninas y raramente hermafroditas. Las flores femeninas son más pequeñas que las masculinas y tienen 5 pétalos, 5 estambres no funcionales y un ovario funcional con un estigma de 3 (4) ramificaciones en la parte superior. Las flores masculinas tienen 5 (6-7) pétalos, 5-6 estambres y un ovario corto y no funcional.

Los granos de polen son de talla pequeña y de forma variable, breviaxos y longiaxos, a veces romboidales y generalmente tricolporados con endoapertura variable dependiendo del tipo de planta. Los pólenes longiaxos de las masculinas (20-22  $\mu\text{m}$ ) poseen endoaperturas grandes a modo de anillo, y abundantes polimorfismos polínicos aperturales de diferente número de aperturas (4-colporates, 6-pantocolporates, etc.) como los géneros *Plocama*, *Picconia*, etc. Los individuos monoicos con pólenes más pequeños (19-20  $\mu\text{m}$ ) poseen pequeñas endoaperturas y no presentan granos polimórficos. Las ocasionales flores hermafroditas presentan muchos granos estériles. Como algunos de sus congéneres, las pequeñas flores atraen especialmente a moscas, pero también a hormigas y abejas (JORDAAN, 2004). La presencia de flores hermafroditas indica una etapa intermedia entre la ginodioecia y trioecia, como se observa frecuentemente en la familia Celastraceae con ejemplos en los géneros *Eumonymus* y *Maytenus* (DARWIN, 1877; WEBB, 1979; BENEVIDES *et al.*, 2013).

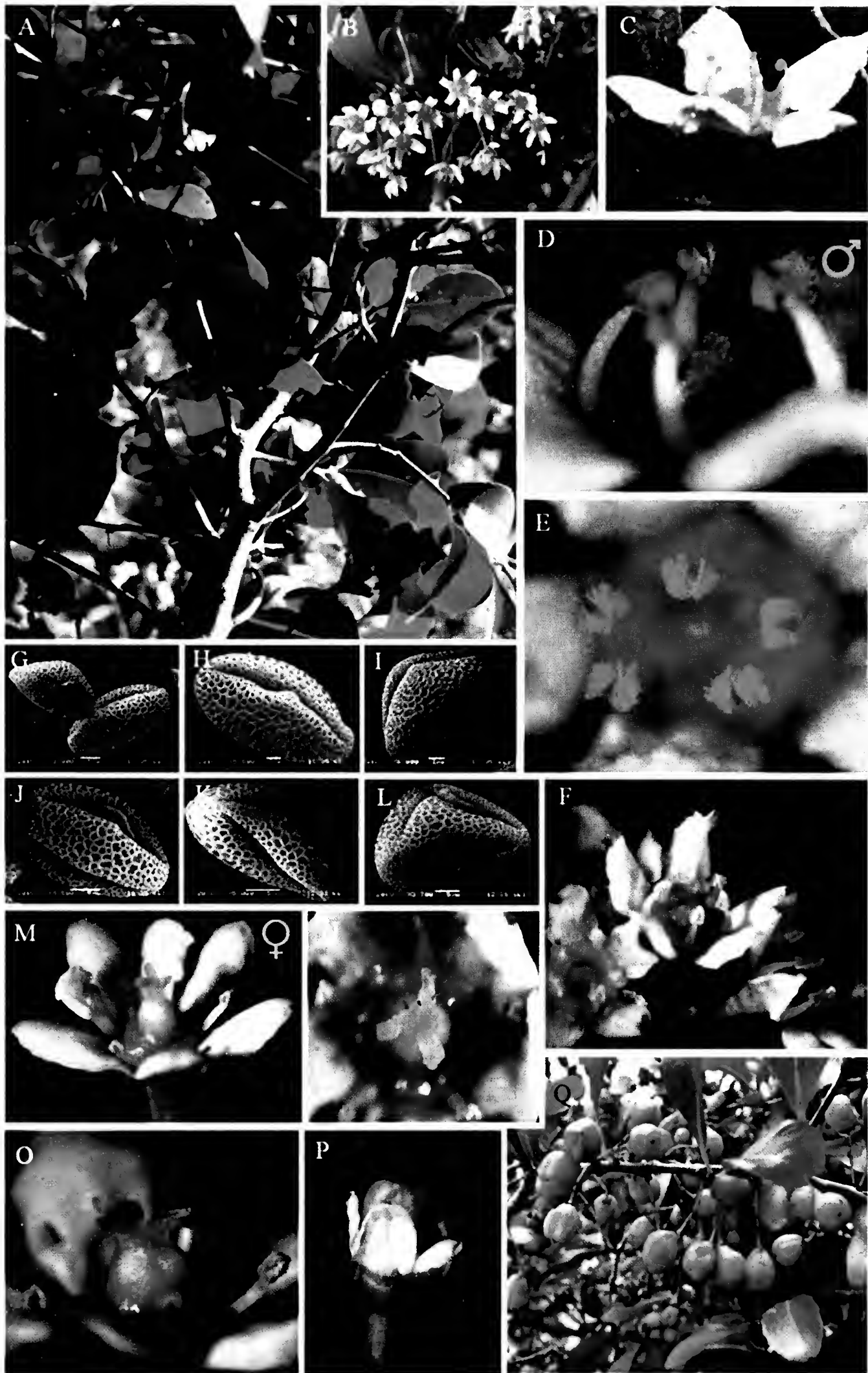


Lámina 6.- *Gymnosporia cassinoides* (L'Her) Masf. (Celastraceae). Endemismo canario ejemplo de trioecia con plantas masculinas (A), femeninas (Q) y monoicas. B-E: flores masculinas con ovarios abortados y detalles de anteras dehiscentes. G-J: pólenes normales. K-L: polimorfismos polínicos aperturales. F, M, N, O: flores femeninas con gineceo desarrollado y anteras abortadas. P, Q: frutos verdes.

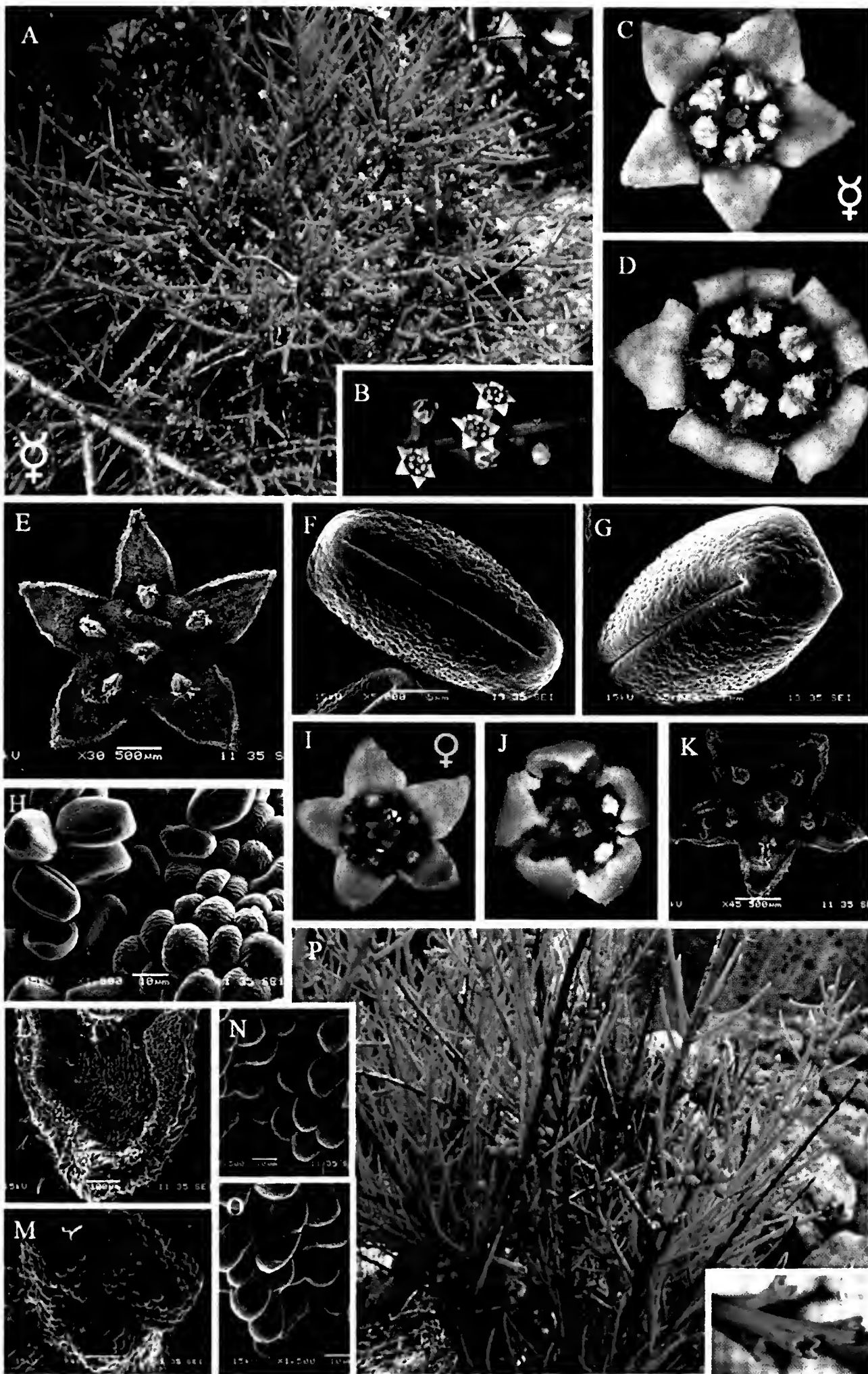
Recientemente se ha descrito una nueva especie de Lanzarote y Fuerteventura *G. cryptopetala* de la sección *Tenuispina* y que muestra una estrecha relación con especies geográficamente distantes, como *G. tenuispina* y *G. emarginata* (ROBSON, 1965; JORDAAN & VAN WYK, 1999, 2006; REYES & SANTOS, 2010). Al parecer presenta situaciones más claras de dioecia.

2.2.1.2.4. La “escobilla de guayadeque” *Kunkeliella canariensis* Stearn (Santalaceae-Thesiaceae) es un pequeño arbusto endémico de Gran Canaria, ramificado con hojas a modo de pequeñas escamas triangulares, cuya distribución se restringe a las laderas del Barranco de Guayadeque (Monumento Natural en el este de la isla) entre los 700-800 m.s.n.m. formando parte de la vegetación termófila. Se considera amenazado críticamente (BAÑARES *et al.*, 2004) y tiene Plan de Recuperación (Lámina 7).

El género *Kunkeliella*, íntimamente relacionado a los géneros *Thesidium* y *Thesium*, constituye uno de los cinco géneros de la reciente familia Thesiaceae (antes tribu) integrada por taxones hemiparásitos (parásitos haustoriales) que, aunque poseen clorofila necesitan parasitar las raíces de otras plantas para sintetizar sus compuestos orgánicos (SVENTENIUS, 1960; STEARN, 1972; NICKRENT *et al.*, 2010; FOREST & MANNING, 2013). Aunque recientemente *Kunkeliella* se ha considerado integrado en *Thesium*, su biogeografía y la reciente detección de flores unisexuales *vs* hermafroditas, pueden constituir un impedimento importante para esta nueva circunscripción, además del tipo polínico (PÉREZ DE PAZ *et al.*, 2015c). *K. canariensis* se encuentra fuertemente diferenciada genéticamente (microsatélites) del resto de las cuatro especies descritas para el archipiélago canario, según el listado oficial del Gobierno de Canarias (SOSA *et al.*, 2005).

La especie, aunque descrita con flores hermafroditas, presenta también flores unisexuales femeninas y dos tipos de individuos: i) plantas con flores hermafroditas que se comportan funcionalmente como “masculinos inconstantes” por la escasa o nula producción de frutos, y ii) plantas femeninas, con flores unisexuales femeninas, más pequeñas y micro-morfológicamente diferentes (tépalos), que llevan anteras sin polen y producen gran cantidad de frutos y semillas, aunque con bajos índices de germinación (~11%, Clara Ortega, comunicación personal). Asimismo se ha observado una escasa supervivencia de plántulas (Juan García, comunicación personal), debido probablemente a su condición hemiparásita. Esta presencia de individuos hermafroditas y femeninos define a la especie como ginodioica, aunque cercana a la dioecia funcional por la condición de “masculinos inconstantes” de las plantas hermafroditas. Se desconocen los visitantes florales y posibles polinizadores. Los frutos maduros se desprenden quedando en las proximidades de las plantas madre y se ha comprobado que son comidos por lagartos endémicos por su presencia en las heces de los mismos (Beatriz Rumeu, comunicación personal), confirmando por tanto, su carácter de vectores de dispersión. No obstante, la presencia frecuente de frutos partidos, no descarta la posible dispersión por aves (Juan García, comunicación personal).

Aunque la germinación de semillas es baja, se le considera con un éxito reproductivo aceptable. El principal problema es la supervivencia de plántulas por su condición de especie hemiparásita, constituyendo la principal amenaza inherente a la biología de la especie, además de la incidencia de factores externos como herbívoros ramoneadores (principalmente conejos) que habría que valorar.



**Lámina 7.-** *Kunkeliella canariensis* Stearn (Santalaceae). Endemismo de Gran Canaria ejemplo de ginodioecia con situaciones cercanas a la dioecia. A, B: planta con flores hermafroditas a veces funcionalmente masculinas. C-E: flores hermafroditas con anteras bien desarrolladas y gineceo inconspicuo. F-G: granos de polen al MEB. E, H: flor al MEB y detalle del gineceo con granos de polen. I, J: flores femeninas con gineceo más desarrollado que las hermafroditas y anteras abortadas. K: flor femenina (MEB). L: pétalo femenino con solapa lateral. M-O: estigma (MEB). P: planta femenina con ramita florífera.

### 2.2.1.3. *Ginodioecia estable. Echium L. (Boraginaceae)*

La ginodioecia o coexistencia de plantas hermafroditas y femeninas en la misma población, como se ha dicho anteriormente, es un sistema sexual bastante eficaz para evitar la autogamia y los problemas de endogamia, garantizando la xenogamia en los individuos femeninos. Puede seguir evolucionando hacia la dioecia, si los individuos hermafroditas pierden la función femenina y se convierten en masculinos (como en los casos anteriores), o puede permanecer estable, como es el caso de los “taginastes” grupo de endemismos leñosos macaronésicos del género *Echium* L. (Lámina 8).

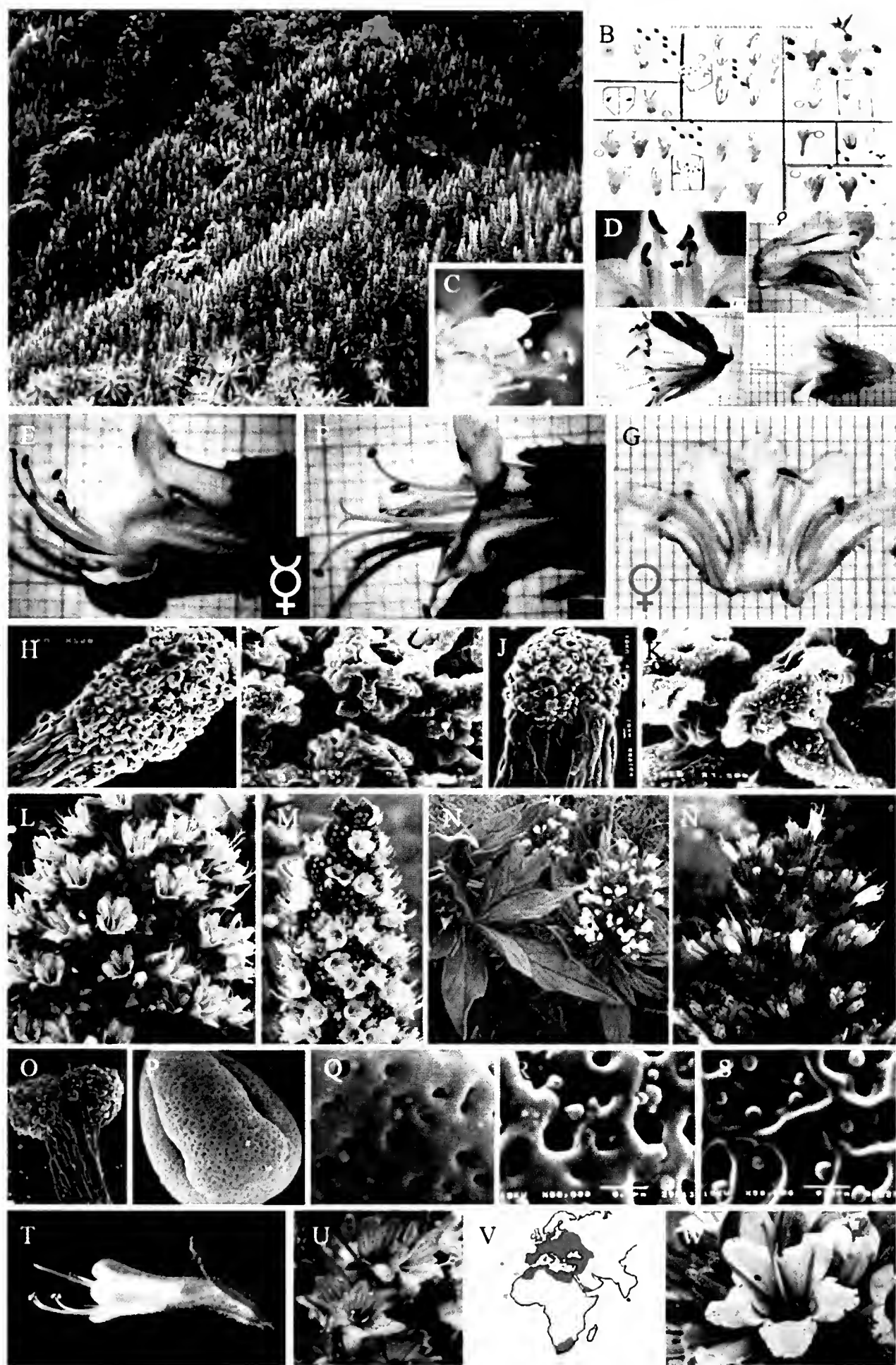
Merecen destacar pues a las especies del género *Echium* en general, y en particular a los “taginastes”, leñosos, como fieles representantes de la ginodioecia estable, que no se encuentran camino de la dioecia (BRAMWELL, 1971; 1972b; PÉREZ DE PAZ, 2002; PÉREZ DE PAZ *et al.*, 1997; DORKEN, 2010; VALDÉS, 2012).

El género *Echium* en las islas Canarias representa uno de los ejemplos más espectaculares de radiación adaptativa con una variabilidad considerable principalmente en sus caracteres florales (morfología y color) de gran importancia taxonómica (BRAMWELL, 1971, 1972a, 1975) y en lo que se refiere a síndromes de polinización por abejas y/o pájaros, posibles ex-aptaciones, más que adaptaciones a los polinizadores actuales (HERRERA, 1996; DUPONT & SCOV, 2004; VALIDO & OLESEN, 2010). Todos los endemismos son diploides con  $2n=16=2x$  aunque con casos de mixoploidía (FEBLES, 1989).

La mayoría de sus especies son ginodioicas presentando individuos hermafroditas, femeninos e intermedios con distintos niveles de esterilidad masculina, que se manifiesta por los distintos grados de estambres abortados y pólenes estériles. Se ha verificado la relación de sexos en algunas especies canarias de la isla de Tenerife y de La Palma como *E. giganteum*, *E. aculeatum*, *E. leucophaeum*, *E. webbii*, *E. brevissime* y *E. virescens* con unos niveles de ginodioecia (porcentaje de individuos femeninos) que oscilan entre el 17-30% según poblaciones y especies (BRAMWELL, 1971, 1972b; DORKEN, 2010), mientras que en Gran Canaria los niveles de ginodioecia detectados, oscilan entre un 5-50%, a excepción de poblaciones muy alteradas o antropizadas, donde los individuos femeninos pueden encontrarse en mayoría, principalmente en *E. decaisnei* (con situaciones habituales del 10-30%) y *E. onosmifolium* (con porcentajes del 2-50%) en relación a *E. callithyrsum* y a *E. triste* (herbáceo) que presentan situaciones similares de alrededor del 5-10% de femeninos (PÉREZ DE PAZ *et al.*, 1997; MORA 2006). En especies herbáceas no endémicas como *E. vulgare* se han encontrado niveles parecidos de ginodioecia con un 12-26% de femeninos (KLINKHAMER *et al.*, 1991, 1994).

En este sistema sexual de ginodioecia, en relación a las ventajas de los individuos femeninos sobre los hermafroditas para generar descendencia (SHYKOFF *et al.*, 2003) hay que decir que en estas situaciones de ginodioecia estable como los *Echium* canarios estudiados, la producción de semillas tiende a ser superior en los individuos femeninos, (BRAMWELL, 1971, 1972b; MORA, 2006). Aunque todavía no se han encontrado diferencias en el peso de las semillas ni los índices de germinación, la mayor producción de semillas por parte de los individuos femeninos, resultaría de especial utilidad para la recuperación de especies en peligro crítico, como *E. acanthocarpum* endemismo de la isla de La Gomera, con requerimientos de refuerzos poblacionales, que sin embargo presenta niveles de diversidad genética altos, similares a los de su congénere *E. decaisnei*, amplia-





**Lámina 8.- *Echium* L. (Boraginaceae).** Grupo de endemismos macaronésicos ejemplo de gino-dioecia estable que no evolucionan a dioecia. A, C, N: *E. callithyrsum* con detalle de la corola. B: esquema de las corolas de los *Echium* canarios (Bramwell, 1972b) coloreado. D, G: detalles de flores femeninas con estambres abortados. E, F: flores hermafroditas de *E. decaisnei*. H-K: detalles de estigmas y papilas estigmáticas al MEB. L: *E. decaisnei*. M: *E. onosmifolium* ssp. *spectabile*. Ñ: *E. onosmofolium*. O-Q: *Pontechium* (*E. russicum* del Mediterráneo oriental), detalle del estigma como *Lobostemon* y polen. R, S: ornamentación exínica del polen de *Echium* y *Lobostemon*. T: corola de *E. triste*. U: flores de *E. acanthocarpum*. V: esquema con mapa de distribución del complejo *Echium-Lobostemon*. W: corolla de *L. montanum* (Sudáfrica).

mente distribuido en la isla de Gran Canaria (BAÑARES *et al.*, 2004; WERNER *et al.*, 2007; MORA *et al.*, 2009; PÉREZ DE PAZ & CAUJAPÉ-CASTELLS, 2013).

Varios autores han denunciado que algunas especies del género *Echium*, presentan situaciones comprometidas con niveles mixtos de un aparente sistema de auto-incompatibilidad homomórfico, con manifestaciones propias de los sistemas crípticos, que en algunos casos han valorado como posibles situaciones de depresión por endogamia (BRAMWELL, 1972b; MELSER *et al.*, 1999; KORBECKA, 2004; MORA 2006; PETANIDOU *et al.*, 2012; SEDLACEK *et al.*, 2012), pero las situaciones de producción de semillas en auto-cruces con problemas posteriores de germinación, hace pensar que en realidad podría tratarse de niveles mixtos de un sistema críptico o de acción tardía (LSI) con ligeras manifestaciones pre y post-cigóticas.

El género *Echium* junto con el género sudafricano *Lobostemon*, está considerado como un complejo de distribución disjunta en tres centros biogeográficos (Mediterráneo, Macaronésico y Sudafricano) con un taxón puente (*E. russicum* = *Pontechium*) de características morfológicas y moleculares intermedias, cuyos caracteres palinológicos se manifiestan como buenos indicadores de las relaciones filogenéticas (BRAMWELL, 1986; PÉREZ DE PAZ, 1993, 1998; PÉREZ DE PAZ & PARDO, 1994; BÖLLE *et al.*, 1996; HILGER & BÖHLE, 2000). Salvo en *E. russicum* (*Pontechium*), no se han observado polimorfismos polínicos aperturales (PÉREZ DE PAZ, sin publicar).

#### 2.2.1.4. Dioecia. Hermafroditismo vía androdioecia

Con plantas hermafroditas y masculinas en la misma población, los modelos teóricos sugieren, que el mantenimiento de la androdioecia, requiere que los individuos masculinos generen más del doble de las semillas que los hermafroditas. Se ha considerado que no constituye una vía importante en la evolución de la dioecia, y que no se encuentra frecuentemente asociada a ella (CHARLESWORTH, 1984; PANNELL, 2002). Es un sistema que se sigue considerando bastante escaso en la naturaleza, incluso en ocasiones ha sido calificado de controvertido, aunque en los últimos años su evolución ha despertado un interés especial (SAUMITOU-LAPRADE *et al.*, 2010; HUSSE *et al.*, 2013; XU *et al.*, 2014). En Canarias puede estar representada en los géneros, *Euphorbia* y *Mercurialis* (Euphorbiaceae).

Es en la familia Oleaceae, donde cada vez se descubren más casos de androdioecia funcional y/o situaciones relacionadas en varios miembros de la familia, (géneros *Fraxinus*, *Osmanthus*, *Chionanthus* y *Phillyrea*), con la particularidad que la frecuencia de individuos masculinos se presenta mayor que lo predecible por los modelos teóricos (DOMMÉE *et al.*, 1999; VASSILIADIS *et al.*, 2000; SAUMITOU-LAPRADE *et al.*, 2010; HUSSE *et al.*, 2013; BILLIAR *et al.*, 2015). En *Phillyrea angustifolia* L., se encontró que las altas frecuencias de masculinos en las poblaciones naturales, se pueden mantener porque los masculinos pueden polinizar a todos los hermafroditas mientras que por el contrario los hermafroditas, con dos grupos de auto-incompatibilidad, sólo pueden fecundar a la mitad de ellos. Por lo tanto, en esta especie, la desventaja reproductiva de los masculinos por la pérdida de la función femenina, se compensa porque son totalmente compatibles con los dos grupos de hermafroditas, pudiendo engendrar nuevos masculinos (BILLIAR *et al.*, 2015; PANNELL & VOILLEMOT, 2015; VERNET *et al.*, 2016).

Actualmente una gran mayoría de autores son partidarios de considerar al sistema sexual de la androdioecia como una vía de transición desde el hermafroditismo a la dioecia en varios géneros de la familia Oleaceae (WALLANDER & ALBERT, 2000; WALLANDER, 2008, 2013; GUO *et al.*, 2011; HAO *et al.*, 2011; HONG-WA & BESNARD, 2013; XU *et al.*, 2014; SONG *et al.*, 2016; VERNET *et al.*, 2016).

La historia evolutiva del género macaronésico *Picconia* (Oleaceae) con *P. azorica* en Azores, y *P. excelsa* en Madeira y Canarias, señala como parientes estrechamente relacionados al género *Phillyrea* y a un grupo de géneros biogeográficamente lejanos como, *Notelaea* (hermafroditismo-dioecia, Australia), *Nestegis* (polígamo-dioecia, New Zealand-Hawaii), *Chionanthus* (androdioecia, Este de Asia) y *Osmanthus* (androdioecia, New Caledonia-N.America) todos ellos con flores unisexuales masculinas provistas de pistilodios o pistilos abortados no funcionales (GUO *et al.*, 2011; HONG-WA & BESNARD, 2013; XU *et al.*, 2014; SONG *et al.*, 2016). Merece destacar a *Phillyrea angustifolia*, especie mediterránea que llega a Canarias, como un caso de androdioecia con un especial sistema de auto-incompatibilidad (homomórfico dialélico) entre los individuos hermafroditas (confirmado también para el género *Fraxinus*), que proporciona ventaja a los individuos masculinos para engendrar progenie masculina, pero que también permite la evolución a la dioecia con numerosas situaciones intermedias de androdioecia y trioecia o coexistencia de individuos masculinos, hermafroditas y femeninos (SAUMITOU-LAPRADE *et al.*, 2010; HUSSE *et al.*, 2013; BILLIARD *et al.*, 2015; PANNELL & VOILLEMOT, 2015; VERNET *et al.*, 2016).

2.2.1.4.1. El “palo blanco” *Picconia excelsa* (Aiton) DC (Oleaceae) es un endemismo diploide ( $2n=46=2x$ ) relativamente abundante de la laurisilva macaronésica (Madeira y Canarias), excepto en algunas islas donde el Monteverde se encuentra especialmente degradado (Lámina 9). En sus flores con síndrome entomófilo, no se descarta la anemofilia. Sus frutos drupáceos se dispersan por gravidez, aves, lagartos endémicos y ratas (VALIDO, 1999; ARTEAGA *et al.*, 2006; TRAVESET, 2009).

Es uno de los escasos y recientes representantes de androdioecia en Canarias y se le puede calificar con androdioecia funcional no autóctona, con una relación de individuos hermafroditas vs masculinos similar a la de sus parientes allegados con androdioecia (géneros de Oleaceae mencionados anteriormente).

Posee individuos hermafroditas (42%) y masculinos (58%), y las flores grupadas en racimos terminales o subterminales llevan corolas blancas divididas en 4 lóbulos profundos, destacando, tanto en las masculinas como hermafroditas dos grandes anteras de color amarillo, que a veces pueden ser tres y ocasionalmente 4, y cada una, puede albergar unos 95000 granos de polen. Las flores de los individuos masculinos morfológicamente son hermafroditas, pero funcionalmente masculinas de anteras grandes, de longitud el doble de los gineceos, que se caracterizan por poseer una superficie estigmática de color marrón, supuestamente no funcional (sin producción de frutos) y que se les considera homólogos a los “pistilodios” de sus parientes (XU *et al.*, 2014). Sus anteras poseen junto a los granos normales tricolporados y reticulados, porcentajes relativamente elevados de polimorfismos aperturales, similares a los observados en *Parolinia*, *Plocama* y *Gymnosporia*, posibles marcadores de vigor o eficacia biológica, al proporcionar mayores oportunidades de germinación y emisión de tubos polínicos (MIGNOT *et al.*, 1994; PÉREZ DE PAZ *et al.*, 2009; TILL-BOTTRAUD *et al.*, 2012).

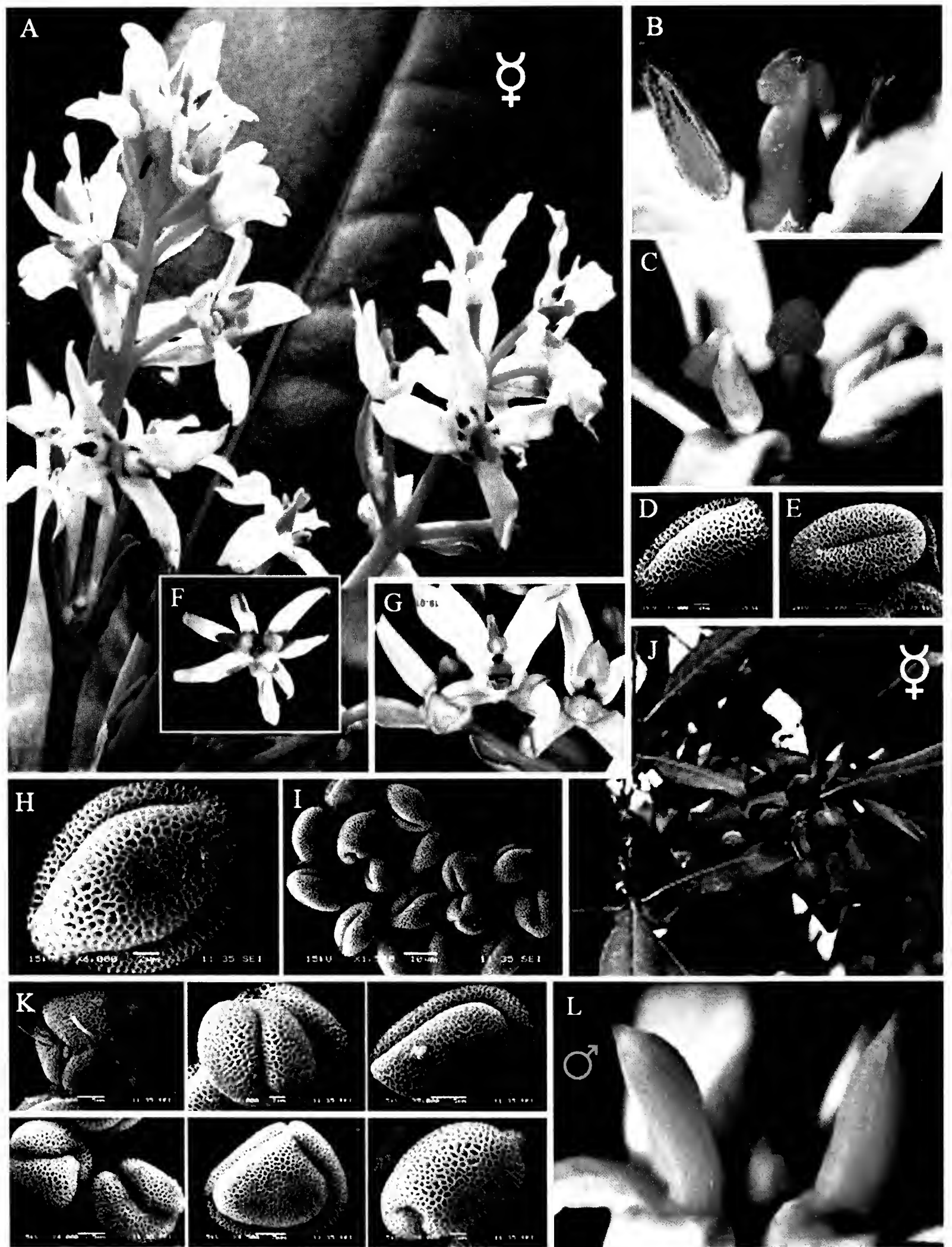


Lámina 9.- *Picconia excelsa* (Aiton) DC (Oleaceae). Endemismo canario y de Madeira, ejemplo de androdioecia. A, B, C: planta hermafrodita y flores con pistilos de estigmas funcionales de color blanquecino-amarillento. D, E: pólenes de flor hermafrodita. F, G, L: Flores masculinas (funcionalmente) con pistilos no funcionales de estigmas color marrón (pistilodios) y anteras grandes el doble del gineceo. H: polen normal trioleporado. I, K: polimorfismos polínicos aperturales. J: planta hermafrodita con frutos.

Asimismo las plantas hermafroditas, como otras Oleaceae allegadas, presentan flores con anteras más cortas de altura similar a la del gineceo, que llevan polen fértil de talla ligeramente más pequeña, pero sin que apenas se observen los polimorfismos polínicos aperturales. El gineceo, que expone una superficie estigmática de color blanquecino amarillento, es funcional ya que produce frutos. El ratio Polen: Óvulo de la especie ( $\approx 60$ ) la califica como xenógama obligada en la categoría de Cruden. Se ha observado un alto índice de mortalidad de plántulas y juveniles (80-85%) en condiciones naturales (ARTEAGA *et al.*, 2006).

La presencia ocasional de flores femeninas en individuos hermafroditas, quizás preconice su predisposición a la dioecia, como algunos de sus géneros allegados, pero por otro lado, el elevado porcentaje de individuos masculinos, hace pensar en la posible presencia de un sistema de auto-incompatibilidad homomórfico (dialélico) entre los individuos hermafroditas, ya observado en otras Oleaceae relacionadas con androdioecia, como *Osmanthus* y *Fraxinus* (DOMMÉE *et al.*, 1999; HAO *et al.*, 2011). Aunque no se han hecho análisis de paternidad, ni testado la posible presencia de mecanismos de auto-incompatibilidad entre los individuos hermafroditas, no se debe descartar su presencia, y debe ser uno de los objetivos futuros.

En *P. azorica* endemismo de Azores seriamente amenazado, no se ha estudiado, su sistema reproductivo, pero las imágenes disponibles de sus flores, preconizan un sistema sexual similar al de *P. excelsa*, con posible presencia de individuos potencialmente masculinos (flores con estigmas marrones que no producen frutos) y plantas hermafroditas (flores con estigmas blanquecino-amarillentos que producen frutos). Presenta una diversidad genética (microsatélites) relativamente alta y baja diferenciación poblacional (MARTINS *et al.*, 2013, 2015).

#### 2.2.1.5. Dioecia. *Ruta mixta* desde la heterodigamia y androdioecia.

Esta ruta mixta corresponde, en principio, a un caso de androdioecia y de heterodigamia diferente al que presenta la familia Lauraceae (ver apartado anterior 2.2.1.1). Es un sistema complejo y raro representado en Canarias exclusivamente por *Neochamaelea pulverulenta* (Vent.) Erdtman.

Este tipo de *heterodigamia* (HD), es un sistema sexual generalmente de taxones monoicos, que favorece la dioecia temporal y se considera muy raro (20 géneros, 14 familias) aunque se cree subestimado. Suele estar integrado en las poblaciones por dos fenotipos sexuales temporales, protándricos (PA) y protogínicos (PG) genéticamente determinados (RENNER, 2001; KIMURA *et al.*, 2003; FIELD & BARRETT, 2012). Es poco conocido aunque se le ha relacionado con la *duodigamia*, sistema todavía más raro y menos conocido (8 géneros y 4 familias) con un solo fenotipo o morfo en las poblaciones (De JONG, 1976; DOMMÉE *et al.*, 1995). En la *duodigamia* (DD), el periodo de floración de cada planta (con flores sincrónicas a nivel individuo) se caracteriza, por una secuencia temporal, masculina, femenina, masculina, donde las dos fases masculinas, están separadas temporalmente, por una fase femenina. En este sistema no existe sincronía entre los individuos de la población, con el fin de asegurar los cruces entre ellos (LUO *et al.*, 2007).

La *heterodigamia* pues, es una forma de polimorfismo sexual temporal donde el morfo protándrico (PA) desarrolla antes las flores masculinas que las femeninas (M→F),

mientras que el fenotipo protogínico (PG) es al contrario (F→M). El carácter recíproco y sincrónico de la floración de estos fenotipos, ha sugerido que la perdurabilidad de los mismos en las poblaciones naturales, se consigue gracias a los cruces entre ellos, con niveles variables de dioecia temporal, hipótesis que ya se ha demostrado en algunas especies del género *Acer* (Sapindaceae) con el uso de marcadores genéticos moleculares (De JONG, 1976; DOMMÉE *et al.*, 1995; GLEISER & VERDÚ, 2005; RENNER *et al.*, 2007; GLEISER *et al.*, 2008; SHANG *et al.*, 2012; FIELD & BARRETT, 2012).

Pero también en este género, y en algunos otros linajes de angiospermas, se han podido detectar estrategias sexuales más complejas y polimorfismos temporales de tres o más morfos sexuales (DD, PA, PG, M) con evidencias de *plasticidad sexual* o transiciones entre algunos de los fenotipos (PA→DD y M→PA), que, mediante análisis de paternidad, se ha confirmado la identidad de los mismos y se ha informado del flujo polínico y cruces entre ellos (SHANG *et al.*, 2012 FIELD & BARRETT, 2012).

2.2.1.5.1. La “leñabuena” *Neochamaelea pulverulenta* (Vent.) Erdtman, género monotípico exclusivo del archipiélago canario, es un arbusto leñoso que se encuentra en las laderas secas y soleadas del tabaibal-cardonal canario en las islas de La Gomera, Tenerife y Gran Canaria, donde posee sus mejores poblaciones en la zona Reserva de la Biosfera (Láminas 10, 11 y 12). Junto a *Cneorum triccocon* (mediterránea) constituye todo el patrimonio de la antigua familia Cneoraceae (Rutaceae-Spathelioideae del orden Sapindales). A pesar de su elevado número de cromosomas, se considera un paleoendemismo diploide y sus flores entomógamas son visitadas por hormigas, pequeñas abejas solitarias, melíferas y otros, aunque se desconocen sus verdaderos polinizadores efectivos (HOHMANN *et al.*, 1993; RIGUEIRO *et al.*, 2009; VALIDO & OLESEN, 2010). Sus frutos drupáceos son consumidos por lagartos endémicos que los dispersan a corta distancia, aunque rapaces que consumen lagartos (diplocoria) le proveen una dispersión secundaria a más larga distancia, que justifica la colonización de islas diferentes (VALIDO, 1999; PADILLA *et al.*, 2012; NOGALES *et al.*, 2012).

Con flores morfológicamente hermafroditas pero funcionalmente unisexuales, masculinas y femeninas, sus poblaciones naturales poseen individuos masculinos y monoicos (androdioecia), pero estos últimos con una fuerte dicogamia interfloral que separa temporalmente las flores masculinas de las femeninas, implicando a diferentes modelos y fenotipos sexuales, que le proveen situaciones de dioecia funcional de difícil evaluación y caracterización (PÉREZ DE PAZ, 2002; PÉREZ DE PAZ *et al.*, 2013b).

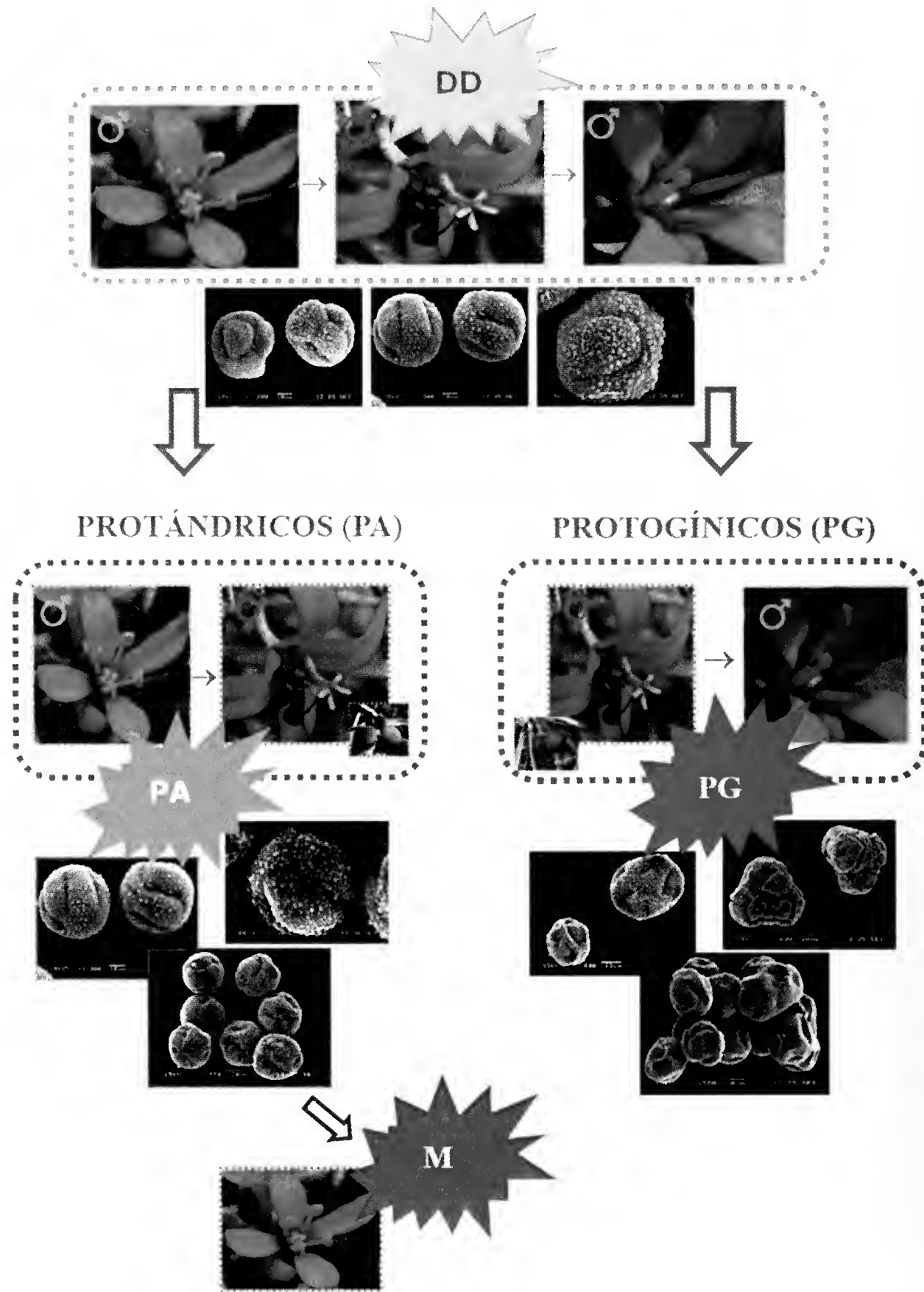
En sus flores con una duración de 4-5 días al cabo de los cuales pierde los pétalos, los pedúnculos florales en las masculinas (M) y los ovarios en las femeninas (F), persisten como indicadores de ambas fases. Después de los seguimientos intensos y consecutivos de la floración en unos 230 individuos de cuatro poblaciones naturales de Gran Canaria y una cultivada (JBCVC), el estudio a lo largo de unos 5 ciclos de floración, hay que decir en primer lugar que en las poblaciones con condiciones ambientales más xerofíticas y ante situaciones de sequía que suponen un elevado estrés ambiental, un porcentaje variable de individuos o no florecen, u ocasionalmente dejan de presentar dicogamia, comportándose en ese caso como monoicos normales.

No obstante en la mayoría de las poblaciones se ha detectado y confirmado cuatro tipos de individuos o fenotipos sexuales, implicados en por lo menos tres sistemas sexuales, androdioecia, duodicogamia y heterodicogamia (PÉREZ DE PAZ *et al.*, 2013b):



**Lámina 10.-** *Neochamaelea pulverulenta* (Vent.) Erdtman (Cneoraceae). Endemismo canario ejemplo de dioecia funcional con androdioecia, duodicogamia y hetrodicogamia. A: planta y distribución en las islas. B: tabaibal-cardonal con *Neochamaelea*. C, G: flores masculinas con gineceo abortado. D, E: pólenes normales al MEB y MO. F, H: Flores femeninas con gineceo bien desarrollado y anteras siempre indehiscentes. I: flores con el visitante floral más asiduo, hormigas. J, K: frutos.

## NEOCHAMAELEA. FENOTIPOS SEXUALES

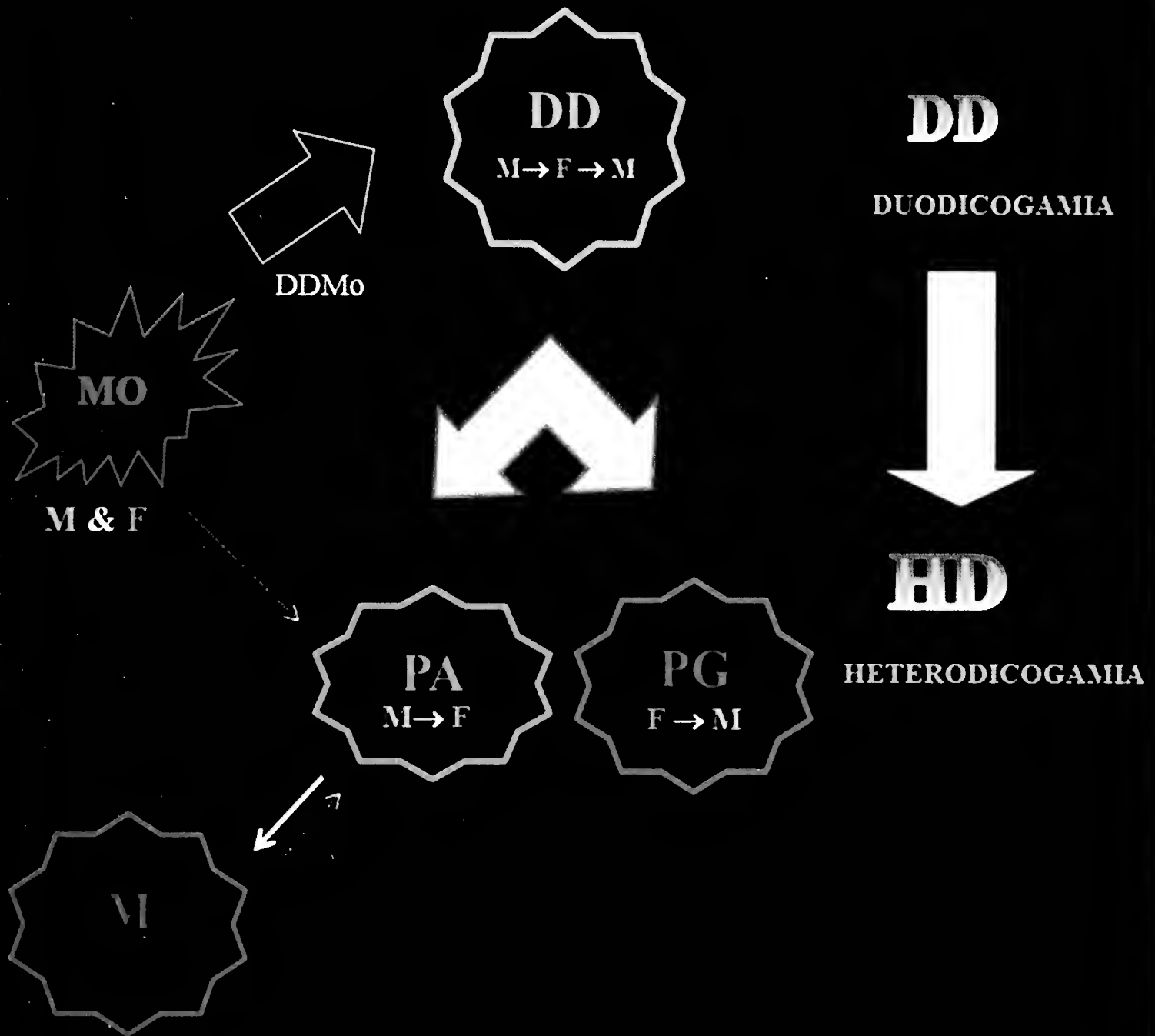


Los ATRIBUTOS FLORALES revelan indicios de ESPECIALIZACIÓN SEXUAL: el fenotipo PA hacia la función M y el fenotipo PG hacia la función F.

**Lámina 11.- *Neochamaelea pulverulenta*. Fenotipos sexuales en las poblaciones naturales.** Fenotipo duodicógamo (DD): con secuencia temporal de tres fases: Masculina → Femenina → Masculina y pólenes con polimorfismos. Fenotipo protándrico (PA): con secuencia temporal de dos fases: Masculina → Femenina y pólenes con polimorfismos. Fenotipo protogínico (PG): con secuencia temporal de dos fases: Femenina → Masculina y pólenes abortados. Fenotipo masculino (M): con flores exclusivamente masculinas y pólenes con abundantes polimorfismos.



**NEOCHAMAELEA. FENOTIPOS SEXUALES. EVOLUCIÓN**



Algunos fenotipos muestran plasticidad sexual o cambios (**DD** → **PA** y **PG** o **PA** → **VI**) que suponen transiciones entre los sistemas de **DUODICOGAMIA** y **HETERODICOGAMIA**. La mayor estabilidad se observa en los fenotipos **VI** y **PG**.

Lámina 12.- *Neochamaelea pulverulenta*. Evolución de los fenotipos sexuales en las poblaciones. Esquema que representa la evolución y plasticidad sexual en las poblaciones naturales de los morfos o fenotipos sexuales. Relaciones entre los cuatro fenotipos o individuos implicados (**DD**, **PA**, **PG**, **M**) en los sistemas sexuales de duodicogamia (**DD**), heterodicogamia (**HD**) y androdioecia (**AD**).

i) Fenotipo duodicógamo (DD): plantas con floraciones de tres fases (M-F-M) donde las flores masculinas se caracterizan por pólenes grandes, fértiles y un alto porcentaje de polimorfismos polínicos aperturales, y las femeninas por ovarios y ramas estigmáticas bastante prominentes.

ii) Fenotipo protándrico (PA): plantas con dos fases de flores M→F donde las flores masculinas se caracterizan por anteras y pólenes grandes y numerosos, y las femeninas por ramas estigmáticas generalmente más cortas, que no siempre producen abundantes frutos.

iii) Fenotipo protogínico (PG): plantas con dos fases F→M, donde las flores femeninas con ovarios grandes y ramas estigmáticas mayores al resto de los fenotipos, producen abundantes frutos y en las flores masculinas abundan los pólenes estériles y tetradas no funcionales. Se suelen mantener constantes con poca plasticidad sexual y mayor exigencia ecológica.

iv) Fenotipo masculino (M): plantas con una sola fase de flores masculinas con anteras y pólenes grandes y numerosos y un alto porcentaje de polimorfismos polínicos aperturales. Merece señalar en estos individuos (como también en los fenotipos PA y DD) que junto a los granos normales, 4-6-colporados de ornamentación verrucosa, se detectan porcentajes relativamente elevados de polimorfismos aperturales, similares a los observados en *Parolinia*, *Plocama*, *Gymnosporia* o *Picconia*, también considerados como posibles marcadores de eficacia biológica, al proporcionar mayores oportunidades de germinación y emisión de tubos polínicos (MIGNOT *et al.*, 1994; PÉREZ DE PAZ *et al.*, 2009; TILLBOTTRAUD *et al.*, 2012).

Hay que destacar, que los atributos florales de estos fenotipos revelan indicios de especialización sexual, del fenotipo PA hacia la función masculina (abundancia de polimorfismos polínicos), y del fenotipo PG hacia la función femenina (generalmente con pólenes abortados y mayor producción de frutos).

La presencia de “plasticidad sexual” en algunos fenotipos de *Neochamaelea*, y el seguimiento de tal labilidad en los fenotipos implicados es muy importante, porque señala las transiciones desde unos a otros. Así, se ha observado que algunos individuos DD, pueden convertirse en PA (sin la tercera etapa de floración masculina) y algunos de estos a M con algún año de retroceso. Asimismo los DD también pueden convertirse en PG, sin la primera fase de flores masculinas. Sin embargo, la mayoría de M y PG se mantienen estables, aunque algunos años manifiesten transiciones intermedias, con una presencia anecdótica de flores masculinas al comienzo de floración. Para su posible correlación con la expresión sexual de los fenotipos, se toman datos de talla, intensidad de floración, recursos del androceo y gineceo y formación de frutos y semillas.

*Neochamaelea* muestra los cuatro mismos fenotipos sexuales (DD, PA, PG, M) que el género *Acer* (De JONG, 1976; SATO, 2002; GLEISER & VERDÚ, 2005; GLEISER *et al.*, 2008; RENNER *et al.*, 2007; KIKUCHI *et al.*, 2009; SHIBATA *et al.*, 2009; TAL, 2009; SHANG *et al.*, 2012; FIELD & BARRETT, 2012), o que el género *Cupania* (BAWA, 1977; CRUDEN, 1988), o *Paullinia* (De LIMA *et al.*, 2016) todos ellos en la familia Sapindaceae. Pero también la presencia de estos mismos fenotipos sexuales en otros géneros y familias como, *Cladium* en Cyperaceae (SNYDER & RICHARDS, 2005; RENNER *et al.*, 2007), *Platycarya* en Jugladiaceae (FUKUHARA & TOKUMARU, 2014), *Bridelia* y *Cleistanthus* en Phyllanthaceae (BORGES *et al.*, 1997; LUO *et al.*, 2007; LI *et al.*, 2009; 2014), parece estar señalando y confirmando, en principio, la existencia de un sistema se-

xual complejo, donde se encontrarían implicados los sistemas de androdioecia, duodicogamia y heterodicogamia, de forma más o menos estable, y/o, como un posible tránsito hacia la dioecia.

Hay que destacar que, actualmente, en los casos conocidos de heterodicogamia, solo se reconocen las transiciones sexuales desde el fenotipo DD hacia el protándrico (PA), pero no hacia el morfo protogínico (PG), cuya presencia se considera de difícil explicación (SHANG *et al.*, 2012; FIELD & BARRETT, 2012).

Sin embargo *Neochamaelea* revela, no solamente las transiciones desde el fenotipo DD hacia el PA, sino también desde el DD hacia el fenotipo PG, reforzando, además, la hipótesis de De JONG (1976) y DOMMÉE *et al.* (1995), y llenando un importante vacío en el conocimiento de la heterodicogamia, sistema sexual donde se ha evidenciado su estrecha relación con la duodicogamia y androdioecia.

En la actualidad, *Neochamaelea* se prepara para los ineludibles análisis de paternidad con microsatélites a desarrollar en el Proyecto MACFLOR del JBCVC (PÉREZ DE PAZ *et al.*, 2017) con el fin de verificar la identidad de los fenotipos sexuales detectados, su mantenimiento en las poblaciones naturales, así como las relaciones entre la duodicogamia, heterodicogamia y androdioecia. Los patrones encontrados en *Neochamaelea*, se ven muy interesantes, y sería fascinante englobarlos en un “modelo” que pudiera explicar el mantenimiento del polimorfismo sexual encontrado en las islas Canarias.

¿Cuál será el enlace entre la androdioecia, duodicogamia y heterodicogamia?...

### 2.2.2. Dioecia. Ruta desde la monoecia

La monoecia es un sistema sexual que caracteriza a las especies, por poseer flores unisexuales masculinas y femeninas en la misma planta. Aunque las bases genéticas de esta vía no están bien establecidas, y los modelos genéticos tradicionales no explican el papel de las variables ambientales en la plasticidad sexual, ni la evolución de las flores unisexuales en las poblaciones monoicas y submonoicas, todos los modelos asumen que la dioecia a partir de la monoecia, solo implica un cambio en la proporción de flores masculinas o femeninas en los individuos, sin que se altere la morfología y estructura de la flor (DIGGLE *et al.*, 2011; GOLENBERG & WEST, 2013).

Hoy día se considera una de las vías más complejas de evolución hacia la dioecia, aunque se sabe que las transiciones monoecia-dioecia dependen fundamentalmente de factores ambientales que constituyen la base teórica de la distribución de recursos y selección sexual en individuos y poblaciones. La segregación espacial de los sexos y la labilidad en su expresión sexual con situaciones intermedias, se justifica por intervención de factores ambientales que implican a determinadas hormonas vegetales y/o factores epigenéticos, haciendo de detonante para la intervención de los factores genéticos que conducen a la diferenciación de sexos en las especies monoicas que evolucionan a dioicas (FREEMAN *et al.*, 1997; BARRETT, 2002, 2010a; DIGGLE *et al.*, 2011; GOLENBERG & WEST, 2013; PANNELL, 2017).

Recientemente en la evolución de la dioecia por esta vía, se destaca especialmente el papel del estrés ambiental que estimulando a determinadas hormonas vegetales, de manera que, diferente concentración hormonal controla la acción de los mecanismos genéticos de determinación sexual o desarrollo diferencial de los individuos iso-génicos monoicos

(GOLENBERG & WEST, 2013; CHARLESWORTH, 2016; RENNER, 2016; KÄFER *et al.*, 2017; PANNELL, 2017).

Al contrario que las flores unisexuales tipo-I, con abortos de órganos del sexo opuesto (MITCHELL & DIGGLE, 2005), las flores unisexuales tipo-II sin abortos del sexo opuesto, no presentan dudas en cuanto a su consideración de flores unisexuales y al parecer evolucionan a través de redes genéticas diferentes (DIGGLE *et al.*, 2011) (Véase lámina 2).

En este trabajo solo se consideran las flores unisexuales tipo-II, para calificar a las especies canarias en ruta hacia la dioecia, por la vía de la monoecia. Asimismo, en esta ruta, se asume la ausencia de flores hermafroditas en los sistemas sexuales de congéneres y linajes continentales monoicos filogenéticamente relacionados. Es la razón por la que se han descalificado algunos de los géneros situados en esta vía (*Semele*, *Ilex*, *Rhamnus*) en trabajos anteriores (PÉREZ DE PAZ *et al.*, 2013a).

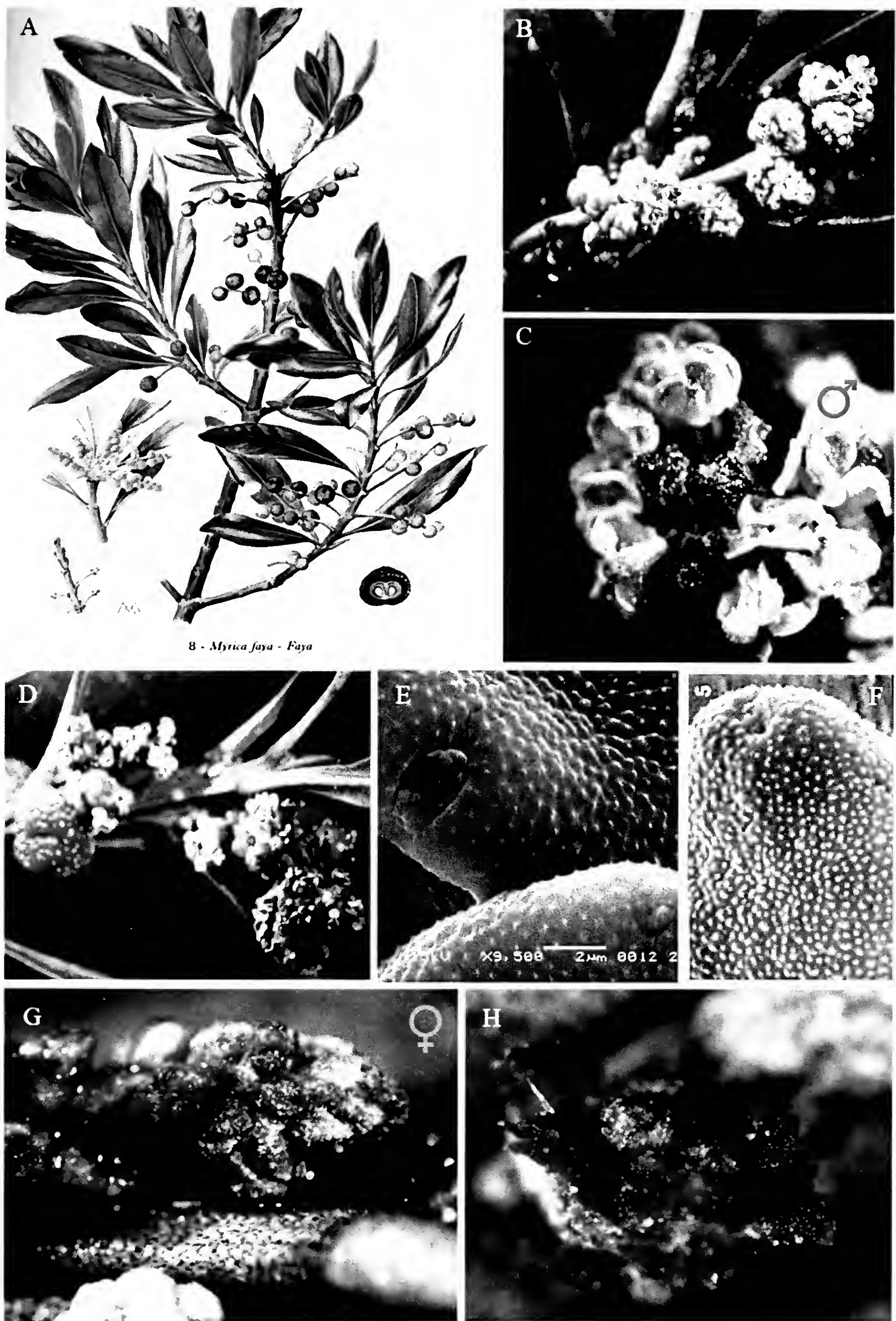
En principio se podría situar citar para Canarias en esta ruta considerada poco conocida, a linajes con flores unisexuales, en principio, sin abortos del sexo opuesto, con ejemplos en géneros como *Phoenix* (Arecaceae), *Tamus* (Dioscoreaceae), *Laurus* (Lauraceae), *Myrica* (o *Morella* Myricaceae), *Bryonia* (Cucurbitaceae), *Pistacia* (Anacardiaceae), *Salix* (Salicaceae), etc.

#### 2.2.2.1. *Myrica* L. (Myricaceae): ¿subdioecia no-autóctona y dioecia autóctona?

El género *Myrica* se ha considerado el más numeroso de los cuatro géneros de la familia (según autores) compuesto por un conjunto de especies arbóreas y arbustivas (37-52) que se caracterizan por sus flores unisexuales extremadamente pequeñas, y con dioecia bastante generalizada y común, aunque con el 20-25 % de especies que se consideran subdioicas o no estrictamente dioicas y a veces con propagación clonal (LUTZOW-FELLING *et al.*, 1995; BRADVAIN, *et al.*, 2007). Se encuentra ampliamente distribuido en regiones subtropicales y tropicales principalmente pero con algunas especies en regiones templadas del hemisferio norte y sur, con la mayor concentración de especies en Sudáfrica. La gran uniformidad foliar y floral ha provocado una gran confusión taxonómica en el género, aunque la filogenia molecular revalida el género *Morella* en el que sitúan la mayor parte de sus especies (HUGHET *et al.*, 2005).

La “faya”, *M. faya*, actualmente, *Morella faya* (Aiton) Wilbur se considera un endemismo macaronésico (se duda de su estado nativo en Portugal) propia de los bosques de laurel y fayal-brezal macaronésicos, diploide con  $2n = 16 = 2x$  (Lámina 13). Se encuentra estrechamente relacionado a su congénere canario la “faya herreña” *M. rivas-martinezii*, endemismo dioico, críticamente amenazado en las islas del Hierro, La Palma y La Gomera (BAÑARES *et al.*, 2004). Las características polínicas, relativamente homogéneas en la familia, no han revelado diferencias significativas entre las dos especies canarias (SUNDBERG, 1985; BAÑARES-BAUDET *et al.*, 1985).

Ambos taxones se consideran dioicos, aunque *M. faya* presenta situaciones subdioicas, con plantas masculinas que producen a veces algunos frutos y femeninas que pueden poseer algunas inflorescencias masculinas (BINGGELI *et al.*, 1997; STARR *et al.*, 2003; BRANDVAIN *et al.*, 2007). La polinización es fundamentalmente anemógama, pero las flores son visitadas por abejas, mientras que sus pequeñas bayas oscuras de aspecto rugoso son comidas por aves (especialmente cuervos) y lagartos endémicos que son sus principales agentes de dispersión (NOGALES *et al.*, 1999; VALIDO, 1999; STARR *et al.*, 2003).



**Lámina 13.-** *Myrica* L. o *Morella* (Myricaceae). *M. faya* endemismo macaronésico ejemplo de dioecia y subdioecia con situaciones variables. A: lámina de *M. faya* (M.A.Kunkel). B, D: Inflorescencias mixtas. C: flores masculinas con anteras. E, F: polen al MEB. G, H: inflorescencia femenina y detalles de flores femeninas con estigmas bífidos.

La filogenia molecular justifica la transferencia de *M. faya* y *M. rivas-martinezii*, al género, *Morella*, junto con otras especies (HUGHET *et al.*, 2005). Asimismo el árbol filogenético muestra que *M. faya* y *M. rivas-martinezii* están fuertemente relacionadas a linajes norte americanos y asiáticos, aunque con una posición aislada. No obstante, el origen de estas dos especies macaronésicas se considera enigmático, ya que la posible presencia en Portugal de *M. faya* (dudosa) y la presencia de fósiles en los yacimientos del Mioceno y Plioceno del SW de Europa, indicaría su condición de especie relictica y un posible origen europeo, que además explicaría su posición aislada en el árbol filogenético.

Por otra parte, algunos autores sugieren que *M. rivas-martinezii* y *M. faya* podría considerarse taxones de la misma especie (WERNER *et al.*, 2007; GONZÁLEZ PÉREZ *et al.*, 2009). Los resultados obtenidos utilizando marcadores moleculares (microsatélites) indican claramente que ambos taxones comparten el mismo grupo genético, y son probablemente la misma especie, pero al parecer Caujapé-Castells y otros (datos no publicados, Proyecto Garajonay) diferencian a las dos especies con ADNcp.

#### 2.2.2.2. *Bryonia verrucosa* Dryand. (Cucurbitaceae): dioecia autóctona?

El género *Bryonia* L. (Cucurbitaceae) se considera importante porque ha proporcionado la primera evidencia clara de herencia mendeliana para la dioecia, mediante cruces entre especies dioicas (*B. dioica*) y monoicas (*B. alba*), probándose experimentalmente, la determinación del sexo mediante cromosomas sexuales (X,Y). Aplicando las herramientas moleculares a estos hallazgos, la evidencia filogenética en el género *Bryonia* detectó una cierta labilidad en el sistema genético de los cromosomas X,Y y se suscitó la idea que este género podría ser un buen ejemplo para avanzar en el estudio de la evolución de los cromosomas sexuales en las plantas con flores (VOLZ & RENNER, 2008; OYAMA *et al.*, 2009). Este género, que se distribuye desde las islas Canarias hasta Asia Central, comprende unas 10 especies de las cuales 7 son dioicas con distintos niveles de ploidía ( $2x-6x$ :  $2n = 20, 40, 60$ ), y las tres restantes especies son monoicas y también presentan diferentes niveles de ploidía ( $2x, 4x$ :  $2n = 20, 40$ ), pero no se ha encontrado correlación entre la ploidía y el sistema sexual.

*Bryonia verrucosa* Dryand. “el venenillo” es un endemismo canario herbáceo, lianoide, dioico y diploide con  $2n= 2x= 20$  (Lámina 14). Se caracteriza por la presencia de zarcillos, y por las flores de corola profundamente lobulada de color amarillo, con polinización entomófila principalmente por himenópteros (HOHMANN *et al.*, 1993). Sus frutos (bayas de 2-5 cm) verdosos con listas pálidas (inmaduros) y amarillo anaranjados al madurar, son dispersadas por pájaros y lagartos endémicos (VALIDO, 1999) pero sin descartar la dispersión acuática (bayas flotantes) considerada igualmente plausible (VOLZ & RENNER, 2009).

Los análisis moleculares, filogenéticos y de filogeografía del género *Bryonia*, revelan como pariente más cercano al género monotípico *Ecballium* (*E. elaterium*) también con taxones y poblaciones dioicas y monoicas (VOLZ & RENNER, 2008, 2009). Las características palinológicas de *Bryonia* con pólenes tricolporados, microreticulados son muy similares entre sus congéneres y a las del género *Ecballium* (PÉREZ DE PAZ, 1978; LECUONA *et al.*, 1987).

La divergencia temprana de estos dos géneros en algún lugar de la región Irano-Turaniana, permitió la expansión de *Bryonia* a lo largo del mar de Tethys, alcanzando rápidamente durante su evolución las islas Canarias, de manera que *B. verrucosa* se manifiesta

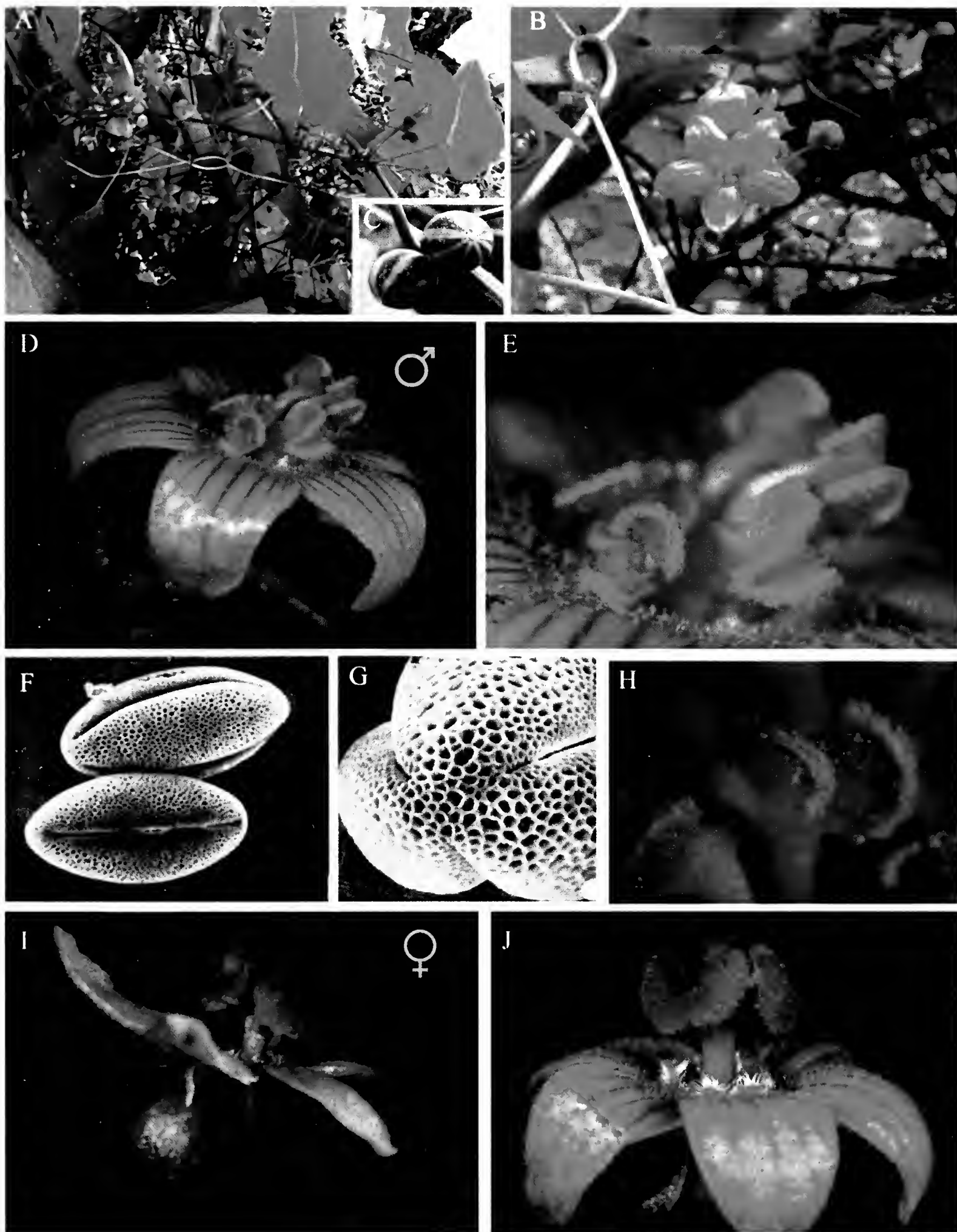


Lámina 14.- *Bryonia verrucosa* Dryand (Cucurbitaceae). Endemismo canario ejemplo de dioecia. A, B, C: plantas con flores y detalle de frutos verdes. D, E, H: flor masculina y detalles de anteras dehiscentes. F, G: polen al MEB. I, J: flor femenina y detalle del gineceo.

como el taxon hermano basal del resto de las especies. Considerando que el pariente más cercano de *Bryonia*, *Ecballium*, posee situaciones de monoecia y de dioecia, no puede inferirse con absoluta confianza el sistema sexual ancestral de *Bryonia* (VOLZ & RENNER, 2008).

### 2.3. Sistemas de auto-incompatibilidad en Canarias

Se ha comprobado que ya algunos de los linajes de angiospermas basales con flores hermafroditas (clado ANITA y clase Magnoliidae) son portadores de mecanismos genéticos de auto-incompatibilidad, que les impiden auto-fecundarse, evitando los problemas derivados de la endogamia, favoreciendo la polinización cruzada (xenogamia) entre plantas y salvaguardando así los cruces fértiles, éxito reproductivo y diversidad genética poblacional (SAGE *et al.*, 1994, 2009; ENDRESS & IGERSEIM, 1999, 2000a, 2000b; BARRETT, 2003, 2010a; ROUTLEY *et al.*, 2004; ALLEN & HISCOCK, 2008; ENDRESS, 2010; STEVENS, 2015). Es decir que los sistemas de auto-incompatibilidad son sistemas genéticos que imposibilitan la auto-fecundación en taxones hermafroditas y monoicos, rechazando al polen propio y evitando la producción de semillas por auto-polinización, favoreciendo la xenogamia o cruces entre individuos no relacionados, con la finalidad de evitar la depresión por endogamia, mantener la diversidad genética poblacional y capacidad evolutiva de las especies (CHARLESWORTH *et al.*, 2005; CHARLESWORTH, 2006).

Reconocen y rechazan en el pistilo, al polen propio que expresa el mismo alelo S de auto-incompatibilidad, mediante mecanismos fisiológicos que impiden el crecimiento del tubo polínico, evitando la autofecundación o autogamia. Se han detectado en al menos unas 100 familias de angiospermas que representan aproximadamente un 60% de todas las especies (RICHARDS, 1997; De NETTANCOURT 2001; CASTRIC & VEKEMANS, 2004; FRANKLIN-TONG, 2008; IGIC *et al.*, 2008; FERRER & GOOD, 2012; BARRETT, 2013). Se clasifican utilizando varios criterios, pero el primero de ellos y más evidente es el que se refiere a los sistemas de auto-incompatibilidad heteromórficos, con flores morfológicamente diferentes, frente a los sistemas que no manifiestan diferencia alguna en sus flores o sistemas de auto-incompatibilidad homomórficos.

#### 2.3.1. Sistemas de auto-incompatibilidad heteromórficos. Dimorfismo floral

Algunas familias de angiospermas con flores hermafroditas presentan en una misma población, heteromorfismos florales con dos o tres tipos de flores e individuos (morfos) de manera que los cruces fértiles, que DARWIN (1877) denominó polinizaciones legítimas, se producen necesariamente entre los morfos o fenotipos diferentes. Estos heteromorfismos florales se encuentran asociados a un sistema de auto-incompatibilidad esporofítico (SSI) que impide, no solo la autofecundación, sino también la fecundación entre plantas de un mismo morfo (RICHARDS, 1997; De NETTANCOURT 2001; FRANKLIN-TONG, 2008).

El ejemplo más extendido taxonómicamente es el dimorfismo de flores pin/thrum (heterostilia) referido a individuos o morfos con flores de estigma largo con estambres cortos (pin) e individuos con flores de estigma corto y estambres largos (thrum). En las islas macaronésicas se encuentra representado por el género *Jasminum* (Oleaceae) en su especie endémica *J. odoratissimum* L. (OLESEN *et al.*, 2005).



*J. odoratissimum* L. (Oleaceae) es un endemismo macaronésico leñoso, presente en todas las islas Canarias salvo en Lanzarote y en el archipiélago de Madeira. Es un arbusto con inflorescencias de 1-4 flores de color amarillo, con los lóbulos de la corola más cortos que el tubo (Lámina 15).

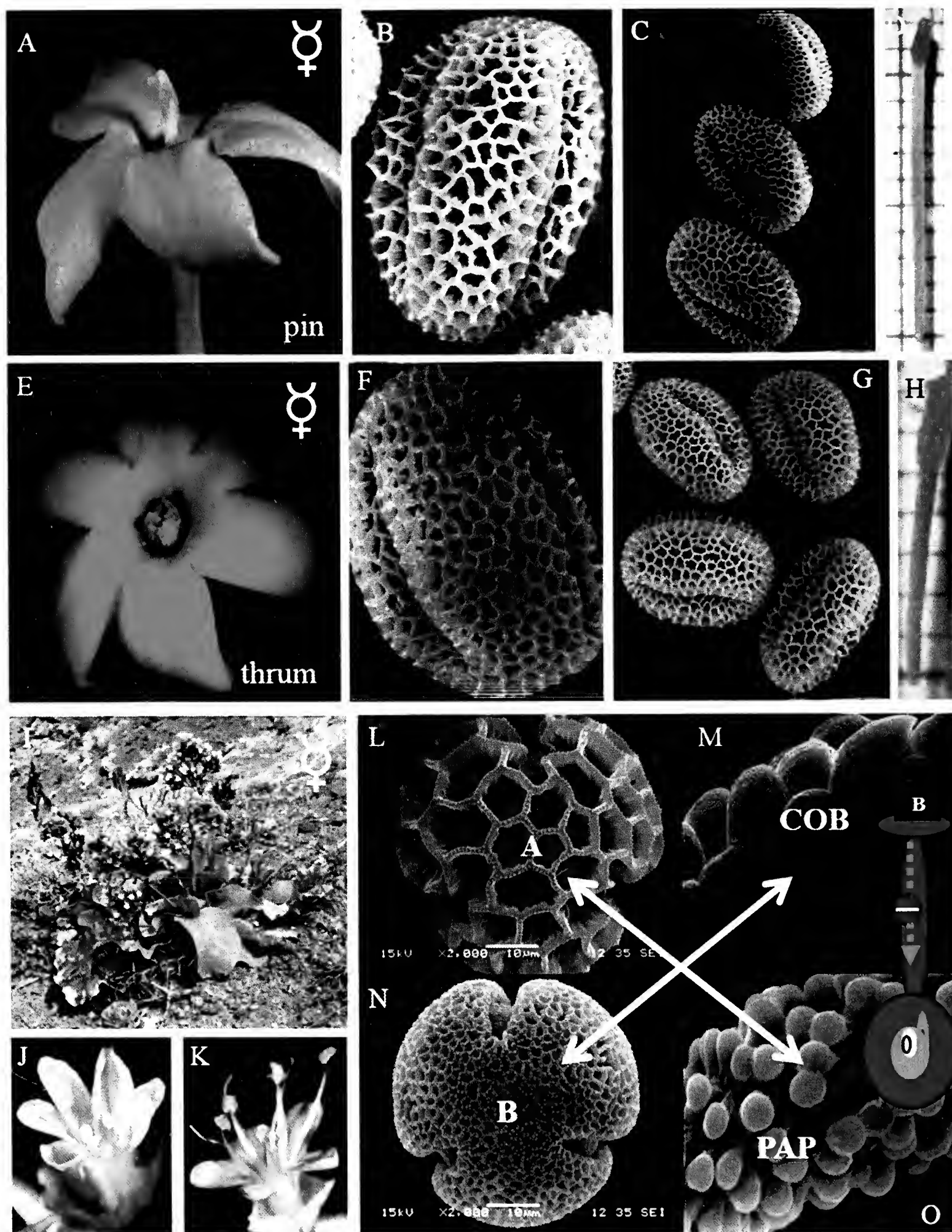
Otras veces el dimorfismo floral se expresa por diferencias entre el tipo de polen (ornamentación de la exina) y el estigma de las flores (cob/pap) (Lámina 15). Se sabe que este sistema está asociado a un sistema de auto-incompatibilidad conocido como Esporofítico Heteromórfico que rechaza al polen propio y al del mismo morfo, impidiendo la formación de semillas sexuales (BAKER, 1953). Se ha comprobado que esta asociación de dimorfismo floral y auto-incompatibilidad está controlada genéticamente, por un conjunto de genes ligados (supergen) que actúan como un gen (dialélico), donde los individuos cob (A) funcionan como heterocigotos (Aa), y los pap (B) como homocigotos (aa) recesivos (BAKER, 1966, BOKHARI 1971; RICHARDS, 1997).

Este dimorfismo floral, típico Plumbaginaceae en general y de los géneros *Limonium* y *Armeria*, se puede observar en todos los endemismos canarios (diploides y un tetraploide), a excepción de *L. bollei* (Webb ex Wangerin) Erben de la isla de Lobos, taxon triploide ( $2n=24=3x$ ), monomórfico con un solo morfo (cob y polen A) y reproducción asexual por semillas apomíticas (BORGÉN, 1970; FEBLES & PÉREZ-RODRÍGUEZ, 2004; SUÁREZ *et al.*, 2004). En las poblaciones naturales dimórficas, coexisten los dos morfos en proporciones similares (~50%), con producción de semillas sexuales no muy alta pero suficientes para su perdurabilidad, incluso en especies amenazadas como *L. sventenii*, *L. preauxii* y *L. benmageci*. Mientras unos individuos presentan flores con estigmas cob y polen A de retículo ancho, otros poseen flores con estigmas papilosos pap y polen B de retículo fino (PÉREZ DE PAZ *et al.*, 1997).

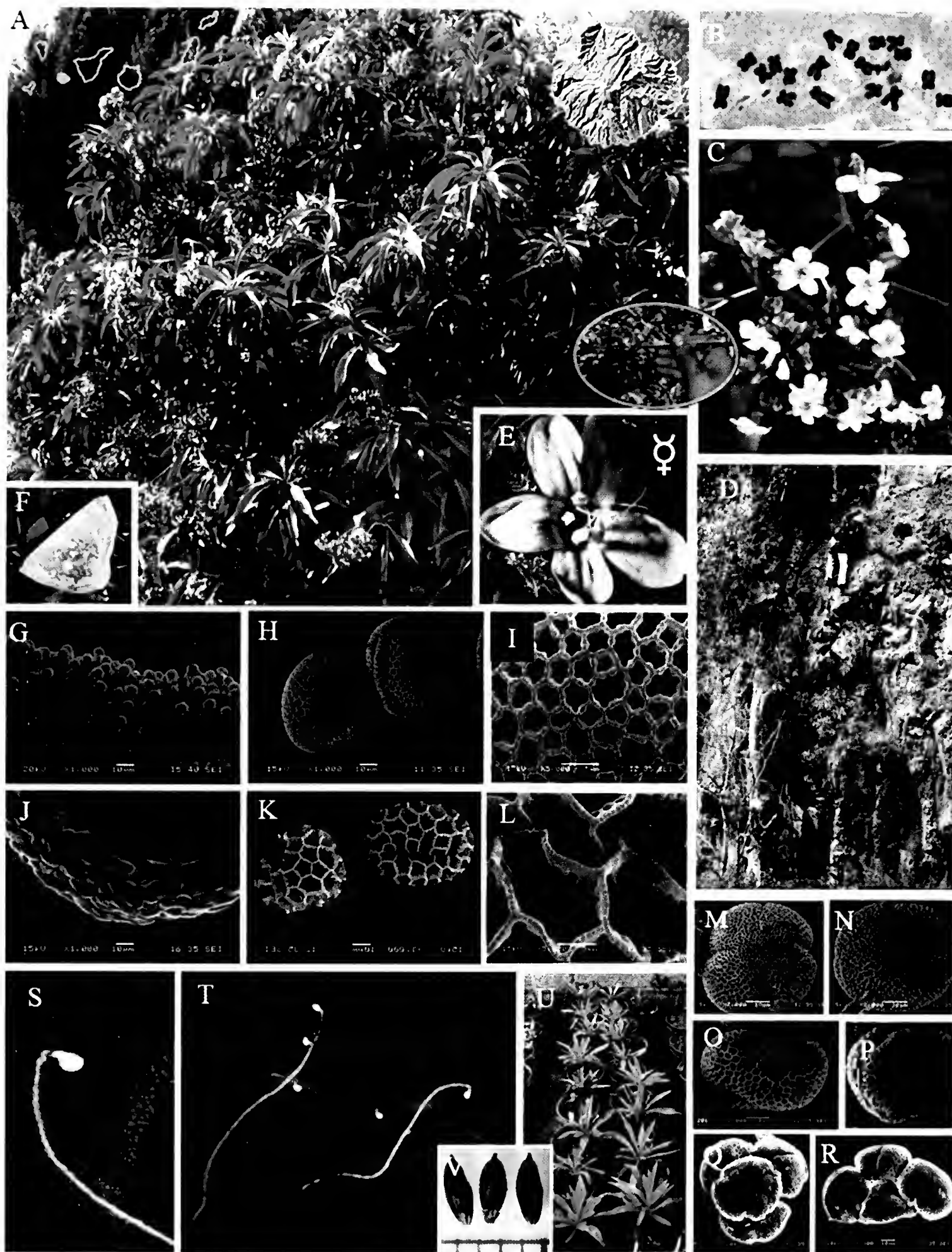
2.3.1.1. Una flagrante excepción es la “siempreviva gigante” de la isla de La Gomera (*L. dendroides* Svent.), amenazada críticamente y sin embargo con una gran variabilidad genética (SUÁREZ *et al.*, 2009). Se ha comprobado que uno de los morfos (con flores de estigmas cob y polen A) es muy escaso y apenas está representado, incluso en situaciones de cultivo, donde curiosamente hay producción de semillas, plántulas e individuos adultos (MARRERO *et al.*, 1992; BAÑARES *et al.*, 2004; SUÁREZ *et al.*, 2009; FERNÁNDEZ-PALACIOS, 2015; PÉREZ DE PAZ *et al.*, 2015b).

Morfológicamente atípico en el conjunto del género, esta especie se encuentra aislada taxonómicamente en el subgénero *Limoniodendron*, a su vez desconectada filogenéticamente del resto de los taxones canarios y mediterráneos (LLEDÓ *et al.*, 2005). Junto con otros congéneres macaronésicos es una de las especies protagonistas del Proyecto Feder (Gobierno Autónomo Canario) “Actuaciones en especies con Planes de Recuperación aprobados o redactados del CEAC o prioritarias para Europa y Red Natura 2000” (Lámina 16).

Los últimos seguimientos (2014-2015) reflejan el altísimo riesgo de extinción en el medio natural (ROMERO PÉREZ, 2015). Sus principales factores de amenaza se derivan del escaso número de individuos adultos aislados (apenas 29 efectivos naturales) en andenes escarpados inaccesibles, distribuidos en núcleos fragmentados, con total ausencia de plántulas y juveniles, situación que se agrava por los frecuentes desprendimientos rocosos y la fuerte presión de herbívoros introducidos principalmente de ganado caprino y ovino (sin descartar conejos y ratas). A estos problemas se les suma el especial sistema repro-



**Lámina 15.- Dimorfismos florales y auto-incompatibilidad heteromórfica.** *Jasminum* L. (Oleaceae) y *Limonium* Mill. (Plumbaginaceae). A-H: *Jasminum odoratissimum* ejemplo de dimorfismo pin-thrum. A: flor longistila del morfo pin. B, C: pólenes del morfo pin y D: estilo largo del morfo pin. E: flor brevistila del morfo thrum. F, G: pólenes del morfo thrum y H: estilo corto del morfo thrum. I, O: *Limonium* subsección Nobiles y K: flor de *L. tuberculatum*, ejemplos de dimorfismo cob-pap. L, M: polen A de retículo amplio y superficie estigmática del morfo cob. N, O: polen B de retículo fino y superficie estigmática del morfo pap. Las flechas indican los cruces fértiles entre morfos y el esquema del gineceo señala el lugar de interrupción (estilo) de los tubos polínicos del polen propio.



**Lámina 16.- *Limonium dendroides* Svent.** (subgénero *Limoniodendron*) ejemplo de dimorfismo cob-pap. A, C, E: planta (cultivada) y detalles de flores. B: vista de cromosomas somáticos ( $2n=18=2x$ ) en mitosis. D: ejemplo de uno de los andenes escarpados inaccesibles donde se ubica la "siempreviva gigante" de La Gomera. G, H, I: estigma y polen B de retículo fino del morfo pap. J, K, L: estigma y polen A de retículo amplio del morfo cob. M-O: polimorfismos polínicos. P-R: pólenes y tetradas polínicas estériles. S, T: visión al MO de tubos polínicos en el estilo con tinción fluorescente. V, U: semillas y plántulas obtenidas en las polinizaciones experimentales con cruces entre morfos (pap-cob).

ductivo con dimorfismo floral, que asume como requisito indispensable para los cruces fértiles, la presencia de los dos morfos. Es la razón por la que el Plan de Recuperación solicita la colaboración del Cabildo de La Gomera, Gobierno de Canarias y Cabildo de Gran Canaria (JBCVC), con el fin de generar nuevos individuos que permita el refuerzo del medio natural, y como acción inmediata llevar a cabo, estudios de biología floral (que requieren nuevos muestreos en poblaciones naturales) y polinizaciones experimentales, dirigidas a producción de cruces fértiles, que demandan nuevos individuos cob (favoreciendo su propagación en cultivo por acodos).

Todas las nuevas observaciones confirman los datos de publicaciones anteriores, en lo que se refiere a las previsiones de los cruces experimentales con éxito reproductivo entre los morfos cob y pap, con formación de semillas viables y plántulas (SUÁREZ *et al.*, 2009; PÉREZ DE PAZ *et al.*, 2015b). Los resultados de las polinizaciones experimentales, aunque reflejan una baja producción de semillas, como en la mayoría de las especies del género con reproducción sexual (pap x cob), sin embargo, los altos índices de germinación de las mismas (~99 %) abren una puerta a la esperanza para la obtención de nuevos adultos reproductores que permitan el refuerzo poblacional.

Mención especial merece la presencia de determinados polimorfismos polínicos aperturales, como micro-marcadores de vigor y eficacia biológica, que al poseer mayor superficie apertural, aumentan las posibilidades de fecundación y de emisión de tubos polínicos. Estos polimorfismos que ya se han detectado para otros endemismos canarios, como el género *Parolinia* (PÉREZ DE PAZ *et al.*, 2009), ponen en valor el significado biológico del polen. Al parecer son más abundantes en individuos pap con polen B de retículo fino (Lámina 16). Asimismo el análisis polínico de ambos morfos, ha evidenciado la detección de plantas pap vegetativamente vigorosas, con polen B defectuoso y funcionalmente estéril, según pruebas de fertilidad polínica y viabilidad. Estas plantas funcionan como femeninas y no son aptas como donantes de polen, al igual que otras plantas, con flores de anteras indehiscentes y polen B agrupado en tetradas no funcionales. La detección de estos pólenes defectuosos en alguna de las poblaciones naturales, pone de manifiesto un agravamiento del sistema sexual de la especie, que se suma al desequilibrio de morfos, con lo cual, estaría incrementando el nivel de amenaza. Sin embargo la detección ocasional de los dos tipos de estigma en un mismo individuo (cob y pap), justifica la aparición de nuevas plántulas pap (aa) a partir de individuos pap.

Merece destacar que contra todo pronóstico, *Limonium dendroides* representa un tipo frecuente de endemismo isleño con alta diversidad genética neutral, a pesar de su depauperada situación y escaso éxito reproductivo. El aumento de individuos cob favorecerá la reproducción sexual y cruces fértiles, permitiendo un mayor éxito reproductivo con un mayor índice de formación de semillas, plántulas y previsiblemente nuevos adultos reproductores, aptos para el refuerzo del medio natural. Asimismo la detección de plantas con polen morfológicamente defectuoso y estéril, recomienda un análisis polínico previo a las polinizaciones experimentales.

### 2.3.2. Flores. Sistemas de auto-incompatibilidad homomórficos

En los sistemas homomórficos, los individuos poseen genotipos de incompatibilidad con flores homomórficas que no pueden ser diferenciadas morfológicamente. Estos

sistemas se encuentran controlados por genes multi-alélicos ( $s_1, s_2, s_3 \dots s_n$ ) y pueden tener varios *loci*. Actualmente se conocen los genes que codifican los dos componentes del reconocimiento polen-pistilo (CHARLESWORTH *et al.*, 2005). Se clasifican según el control genético se lleve a cabo desde el esporofito o desde el gametofito, y según la zona de rechazo del polen propio en el pistilo o gineceo (estigma, estilo u ovario). Cuando las flores homomórficas evitan la autogamia, rechazando al polen propio en el estigma, se trata de un Sistema de Auto-incompatibilidad Esporofítico (SSI), cuando el rechazo del tubo polínico emitido por el polen propio, se produce en el estilo, se trata de un Sistema de Auto-incompatibilidad Gametofítico (GSI), y cuando el rechazo del tubo polínico se produce en el interior del ovario, se trata de un sistema de acción tardía u ovárico (LSI) y es el más desconocido de todos los sistemas homomórficos (GIBBS, 2014). En Canarias, todos ellos necesitan estudios.

En los taxones provistos con estos sistemas homomórficos, es importante tener en cuenta la disponibilidad o probabilidad de cruces fértiles en las poblaciones naturales de las especies amenazadas, por su repercusión en cuestiones básicas de biología de la conservación. Se ha comprobado ampliamente que la disponibilidad de apareamientos compatibles o cruces fértiles, puede depender críticamente de la talla poblacional, porque el número de alelos S de las poblaciones pequeñas, puede estar severamente afectado. A este respecto se puede afirmar incluso, que hay diferencias entre los casos testados de los sistemas SSI y GSI (CASTRIC & VEKEMANS, 2004).

#### 2.3.2.1. Sistema esporofítico (SSI). Brassicaceae y Asteraceae

El sistema esporofítico rechaza al polen propio en el estigma y está controlado por los alelos S presentes en el esporofito diploide ( $2n$ ), es decir que en la reacción de auto-incompatibilidad polen-pistilo, no solo interviene el alelo que porta el polen o gametofito haploide ( $n$ ), sino también el de la planta madre o individuo, siendo bastante restrictivo. Es un sistema multi-alélico ( $s_1, s_2, s_3 \dots s_n$ ) pero tiene de particular que se pueden encontrar relaciones de dominancia entre los distintos alelos  $s$ , lo cual incrementa la posibilidad de apareamientos, compatibles y cruces fértiles en las poblaciones. Es característico de las familias Brassicaceae y Asteraceae y unas pocas más. En Canarias ha sido evaluado en el género endémico canario *Parolinia* Webb de la familia Brassicaceae (FERNÁNDEZ-PALACIOS, 2010) y en el género endémico de Macaronesia *Argyranthemum* de Asteraceae (OLANGUA-CORRAL, 2016). Aunque merecen destacar por su relevancia y larga trayectoria los estudios en el género *Tolpis* (Asteraceae) en Macaronesia (CRAWFORD *et al.*, 2008, 2010, 2015, 2016; SOTO-TREJO *et al.*, 2013).

2.3.2.1.1. Las “damas” o taxones del género *Parolinia* Webb (Brassicaceae) constituyen un grupo de especies del tabaibal-cardonal, todas ellas amenazadas (algunas con una única población) salvo una de ellas (*P. ornata*) ampliamente distribuida en la isla de Gran Canaria. Según la filogenia molecular (AL-SHEHBAZ *et al.*, 2006; JAÉN *et al.*, 2007) sus parientes más cercanos se encuentran en zonas lejanas del África del Este (*Diceratella*) y NW de Africa (*Morettia*) y se pone de manifiesto una clara diferenciación entre Gran Canaria y las islas occidentales (Lámina 17).

A pesar de la aparente similitud, el estudio morfométrico de sus flores distingue tres tipos de especies: un tipo de flor abierta y otro cerrado, que parecen derivar ambos de un tipo de flor intermedio. Representan dos tendencias evolutivas del género que se ven reflejadas genéticamente (aloenzimas, ISSR) por datos moleculares (FERNÁNDEZ-PALACIOS, 2010; GONZÁLEZ-PÉREZ *et al.*, in prep).

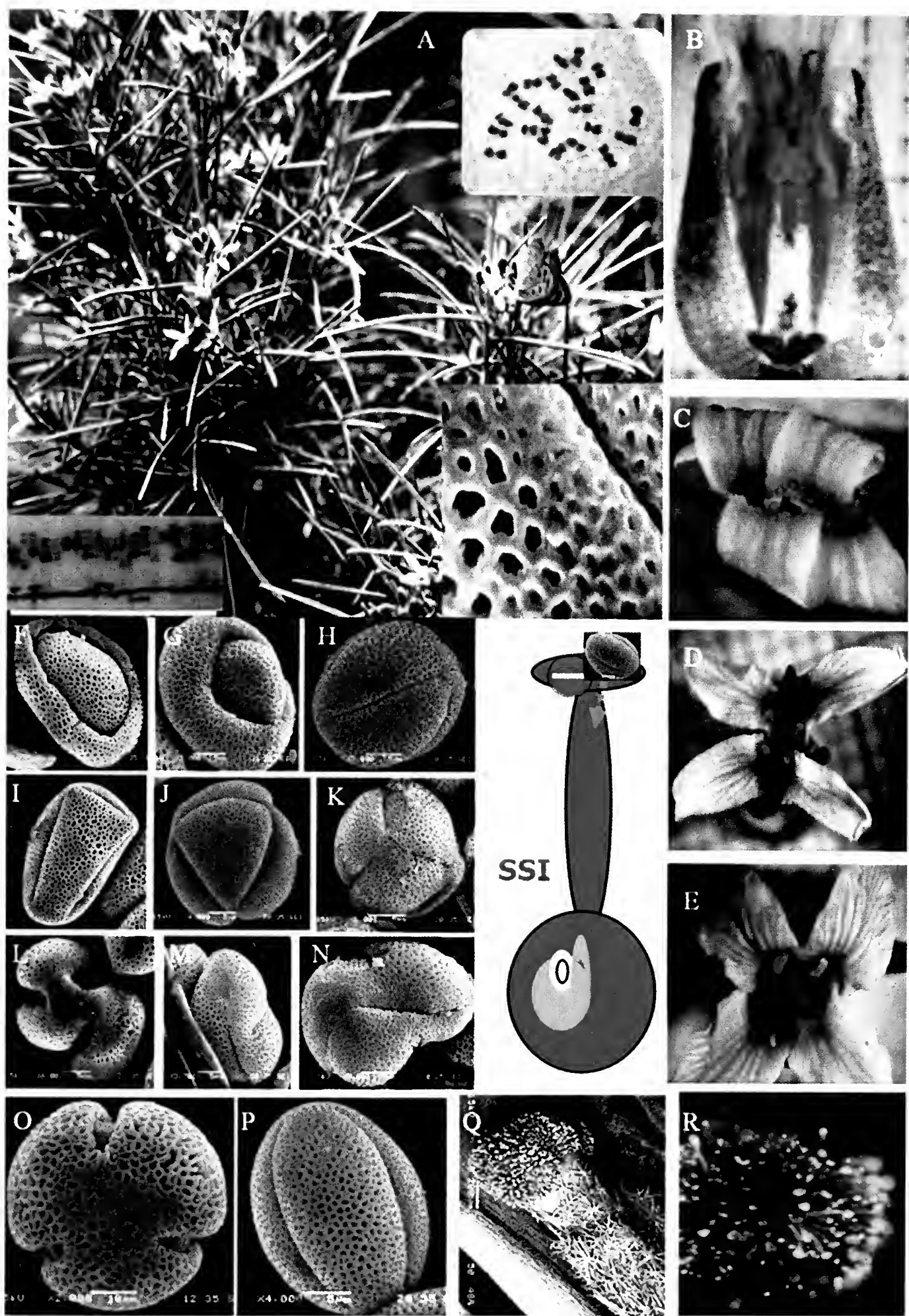
Los cruces experimentales han evidenciado en *Parolinia* distintos niveles de auto-incompatibilidad en las poblaciones naturales de las especies, evidenciándose la existencia de cruces mixtos, y la posible calificación del género como una de las excepciones a la ley de BAKER (1955). Los apareamientos fértiles y la eficacia biológica de las poblaciones, se creen asociados a las tallas poblacionales y a la diversidad de alelos S. Las tinciones fluorescentes de los gineceos procedentes de flores auto-polinizadas, han puesto de manifiesto que la interrupción de los tubos polínicos tiene lugar en los estigmas confirmándose la naturaleza esporofítica del sistema de auto-incompatibilidad (SSI) típico de las Brassicáceas (FERNÁNDEZ-PALACIOS *et al.*, 2007; FERNÁNDEZ-PALACIOS, 2010).

Todas las especies se consideran diploides con  $2n=22=2x$  (BRAMWELL *et al.*, 1972; FEBLES, 1989; FERNÁNDEZ-PALACIOS, 2010) y poseen junto a los granos de polen normales, *polimorfismos polínicos aperturales*, ya detectados en el 40% de las angiospermas en linajes con taxones tanto poliploides como diploides, y por eso se les considera posiblemente relacionados a duplicaciones genéticas o silenciamientos con fenómenos de di-ploidización, frecuentes en Brassicaceae (ANDERSON & WARWICK, 1999). Estos polimorfismos aperturales se consideran además marcadores de vigor o eficacia biológica, y asimismo relacionados a procesos micro-evolutivos, siendo más ventajosos en determinados entornos ambientales (POZHIDAIEV, 2000; PÉREZ DE PAZ *et al.*, 2009). Se ha comprobado que los granos con mayor número de aperturas germinan más rápidamente que los pólenes normales, pero sus tubos polínicos son más lentos y menos longevos. Hoy se sabe que los patrones aperturales del polen heteromórfico dependen del control genético (esporofítico o gametofítico) de la micro-esporogénesis que dirige las estrategias adecuadas según las condiciones ambientales (DAJOZ *et al.*, 1991, 1995; MIGNOT *et al.*, 1994; RESSAIRE *et al.*, 2002; TILL-BOTTRAUD *et al.*, 2012).

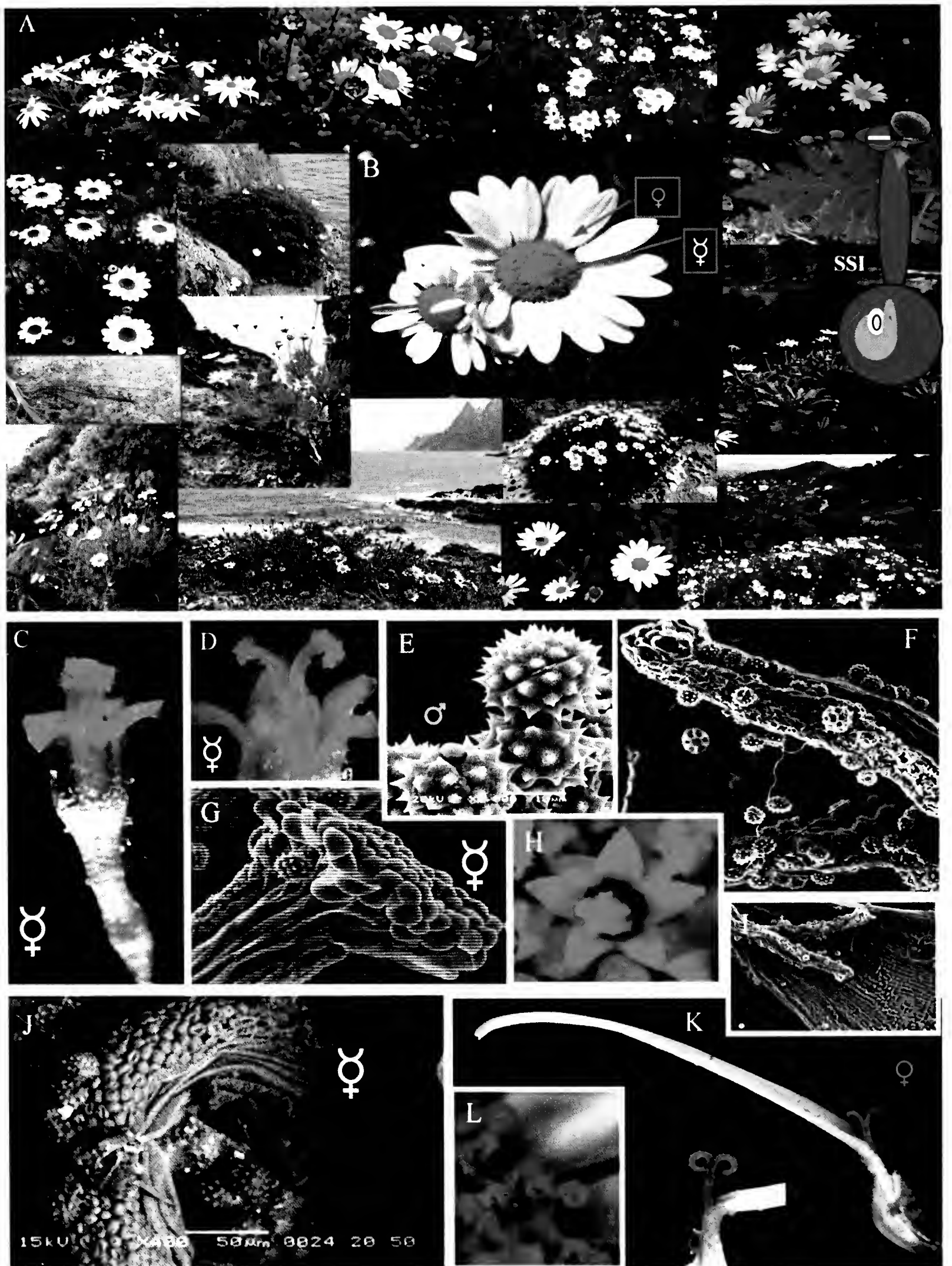
A pesar que todas las especies a excepción de una están amenazadas, hay que destacar que todas, poseen niveles considerablemente altos de diversidad genética (aloenzimas, microsatélites), inclusive los de poblaciones pequeñas con niveles ligeramente inferiores (FERNÁNDEZ-PALACIOS, 2010).

2.3.2.1.2. Las “magarzas” especies del género *Argyranthemum* Webb ex Sch.Bip. (Asteraceae-Anthemidae) han sido uno de los ejemplos clásicos en Canarias de evolución por radiación adaptativa, con gran diversificación y elevado número de especies, todas ellas ginomonoicas, con las lígulas femeninas y los flósculos hermafroditas (Lámina 18).

Las filogenias moleculares lo señalan monofilético, derivado de colonizadores mediterráneos-nor-africanos entre los que se encuentra el género *Chrysanthemum*, que se manifiesta como auto-incompatible. Se cree que la colonización interinsular ha sido la ruta principal en Canarias (especiación horizontal) con escasa divergencia molecular y especiación reciente (FRANCISCO-ORTEGA *et al.*, 1997a, 1997b). Asimismo constituye uno de los ejemplos de especiación por hibridación homoploide (BROCHMANN *et al.*, 2000; CHAPMAN & BURKE, 2007; FJELLHEIM *et al.*, 2009) y uno de los ejemplos donde los “singameones” han podido tener un papel importante en la radiación adaptativa del género.



**Lámina 17.- *Parolinia* Webb (Brassicaceae).** Género endémico canario ejemplo de auto-incompatibilidad homomórfica esporofítica (SSI). A: *P. filifolia* con detalles de cromosomas en mitosis ( $2n=22=2x$ ), gel de electromorfos (isoenzimas) y polen con superficie exínica en el colpo. B: detalle de flor diseccionada de *P. ornata* (GC). C: visión superficial de una flor “cerrada” de *P. ornata* (GC). D: Flor “intermedia” de *P. filifolia* (GC). E: flor “abierta” de *P. aridanae* (P). F-N: polimorfismos polínicos aperturales al MEB. O, P: polen normal en vista polar y meridiana. Q: estigma al MEB. R: estigma al MO (tinción fluorescente) y pólenes, algunos con tubos polínicos. En el centro, esquema del gineceo señalando el lugar de interrupción de los tubos polínicos del polen propio (estigma).



**Lámina 18.-** *Argyranthemum* Webb ex Sch.Bip. (Asteraceae). Género endémico macaronésico ejemplo de auto-incompatibilidad homomórfica esporofítica (SSI). A, B: imágenes de distintos taxones y de un capítulo (ginomonoico). C, D, H: flósculo hermafrodita con exposición de polen y de ramas estigmáticas. E: polen al MEB; F, I: ramas estigmáticas de las ligulas al MEB. G, J: ramas estigmáticas de los flósculos hermafroditas al MEB. K, L: ramas estigmáticas de ligulas femeninas al MEB.



A pesar de la considerable diversidad ecológica y morfológica del género, puesta de manifiesto en su modelo taxonómico y mediante la taxonomía numérica, los taxones gran-canarios analizados de *Argyranthemum*, muestran en general una gran cohesión genética en los análisis de diversidad genética (aloenzimática) realizados (HUMPHRIES, 1976; OLANGUA-CORRAL, 2016). Asimismo, los resultados de las agrupaciones UPGMA y de inferencia bayesiana obtenida (Structure) en este estudio, refuerzan la idea de la existencia de especies de origen híbrido dentro del grupo.

Todas las especies son ginomonoicas y presentan capítulos protogínicos desarrollándose primero las lígulas (femeninas) y luego los flósculos (hermafroditas) de manera centrípeta, en cuyo desarrollo se observa protandria incompleta de manera que no presentan barreras ni espaciales ni temporales contra la auto-polinización (OLANGUA-CORRAL, 2016). Al mismo tiempo, el conjunto de flósculos manifiestan un mecanismo de presentación secundaria de polen donde, las ramas estigmáticas truncadas con pelos apicales favorecen el barrido de polen que ha caído de las anteras, actuando como un “pistón” (pistón estilar), que se considera como uno de los mecanismos más eficaces para la recepción y evacuación de polen en Asteraceae (YEO, 1993; LADD, 1994; ERBAR & LEINS, 2015). Posee heterocarpía y el éxito reproductivo en las lígulas es considerablemente mayor al de los flósculos, con mayor producción de semillas y tasas de germinación superiores, asimismo las poblaciones más auto-incompatibles poseen más éxito reproductivo. La diversidad total en general se le considera alta, a excepción de un taxón y en la heterogeneidad de los niveles de diversidad genética observados, no siempre las poblaciones más pequeñas de *Argyranthemum* ostentan niveles inferiores de variabilidad genética (OLANGUA-CORRAL, 2016).

Como en el género *Parolinia*, en *Argyranthemum* las polinizaciones experimentales de las especies de Gran Canaria testadas, señalan que todas son auto-incompatibles (SSI) con diferentes niveles y con una mayor incidencia ( $> SI$ ) en las poblaciones más pequeñas o fluctuantes (típicas del género), evidenciando un empobrecimiento del polimorfismo del locus-S (menos alelos) y de cruces fértiles con consecuencias a tener en cuenta en las estrategias de conservación (OLANGUA-CORRAL, 2016). Los apareamientos fértiles y la eficacia biológica de las poblaciones, se consideran asociados a las tallas poblacionales y diversidad de alelos S.

Asimismo, a ambos géneros se les considera otras de las excepciones a la ley de Baker. En los cruces experimentales de *Argyranthemum*, al igual que en *Parolinia*, se han detectado niveles diferentes de auto-incompatibilidad y la posibilidad de cruces mixtos en las poblaciones, que señalan además, a un posible colonizador auto-incompatible con capacidad de autopolinización o de pseudo-compatibilidad (PSC), que se estableció en las islas con la diversidad genética suficiente, inherente a los taxones xenógamos, para poder diversificar (LLOYD, 1979; LEVIN, 1996; LEIMU, 2004; KALISZ, *et al.*, 2004; CHARLESWORTH, 2006; CRAWFORD *et al.*, 2008, 2009, 2010, 2011, 2015, 2016; BARRETT, 2014, 2015; PANNELL, 2015; PANNELL *et al.*, 2015; OLANGUA-CORRAL, 2016; VOILLEMOT & PANNELL, 2017).

#### 2.3.2.2. Sistema gametofítico (GSI).

Este sistema rechaza al polen propio generalmente a lo largo del estilo y es de los más extendidos taxonómicamente. El GSI posee mayor probabilidad de cruces porque cada

individuo heterocigoto produce dos clases de pólenes, y dos especificidades distintas (CASTRIC & VEKEMANS, 2004). En Canarias uno de los candidatos es el género *Dracaena* que aunque no ha sido testado, el aborto generalizado de frutos tempranos observado en individuos aislados, los hace candidatos de poseer un mecanismo de auto-incompatibilidad gametofítico (GSI), como muchas Monocotiledóneas.

En el género *Dracaena* Vand. ex L (Dracaenaceae), algunos autores diferencian tres grupos, según las características de la flor y de la polinización (LU & MORDEN, 2014): i) Flores largamente entubadas adaptadas a la polinización nocturna por polillas (*D. fragans*, antiguo *Pleomele*), ii) Grandes flores con síndromes de polinización ornitófilos (*D. aurea*= *Chrysodracon*), y iii) Flores de un día, con corolas cortamente entubadas, estrelladas de lóbulos recurvados, adaptadas a la polinización por abejas, propias de *Dracaena draco* y “aliados”.

Las dos especies presentes en Canarias están siendo objeto de estudio y hasta el momento se han encontrado diferencias importantes en la biología floral que sugieren estrategias reproductivas diferentes, tanto por los caracteres micromorfológicos de los verticilos de las flores, como por los recursos del androceo (número de pólenes por antera) como por los caracteres palinológicos y proceso de apertura o antesis floral (PÉREZ DE PAZ *et al.*, 2015a; OLANGUA *et al.*, 2015).

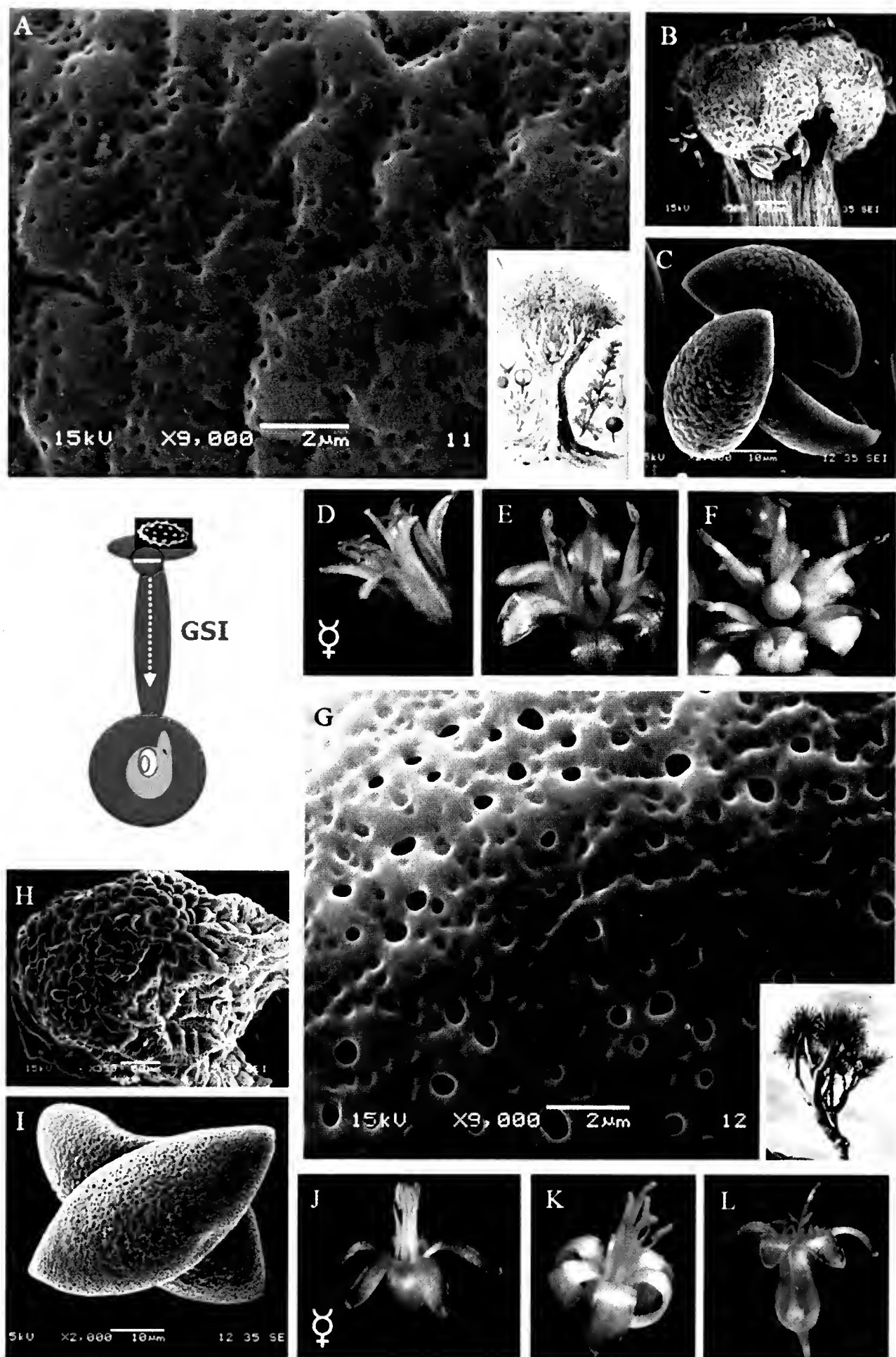
*D. draco* tiene flores de un día que abren exponiendo el estigma, marcadamente capitado, y las anteras con unos 5000 granos de polen cada una. Presentan un polen monosulcado con talla entre 40-50  $\mu\text{m}$  y un modelo de ornamentación exínica de tectum punteado-fosulado de relieve accidentado a modo de lomas (Lámina 19).

*D. tamaranae* con flores de un día que abren resguardando al estigma “no capitado de superficie triangular” ligeramente decurrente, posee unos 11000 granos de polen por antera, con una talla polínica mayor que *D. draco* (45-60  $\mu\text{m}$ ) y con un tectum de ornamentación exínica foveolada-microreticulada de apenas relieve.

En principio, *D. draco* con el modelo ornamental de la exina más extendido en las especies del género observadas: dragos del Este de África (*D. cinnabari* y *D. ellenbeckiana*) y del SE asiático, *D. conchinchinensis* y *D. cambodiana* representarían una condición ancestral o plesiomorfía (YE, 1993; PÉREZ DE PAZ *et al.*, 2015a), reforzada por la última filogenia molecular, donde dichas especies se observan agrupadas en un clado fuertemente resuelto (LU & MORDEN, 2014).

Se observa asimismo que, la ornamentación exínica al MEB del polen de *D. tamaranae*, diferente al complejo polínico de *D. draco*, ostenta también una cierta relación palinológica con algunas de las especies tropicales (VAN CAMPO & SIVAK, 1991 y observaciones propias), reafirmando a su vez, el reciente patrón filogeográfico del género en las Islas Canarias, con una mayor afinidad asiática y tropical que con el Este de África (DURÁN *et al.*, 2017). Aunque en este estudio molecular, las dos especies macaronésicas muestran un origen común (monofilético), también reflejan una clara diferenciación genética (y polínica) con un modelo filogeográfico complejo, posiblemente afectado por episodios de extinción.

Hasta que no se disponga de una filogenia con mayor soporte que incluya además a *D. tamaranae*, los caracteres polínicos estarían en consonancia con las hipótesis fundamentadas en los registros fósiles (DENK *et al.*, 2014) que contemplan que, los dragos xeromórficos tipo *D. draco* pueden haberse originado a partir de un linaje euroasiático



**Lámina 19.- *Dracaena* Vand. ex L. (Dracaenaceae). *D. draco* (endemismo macaronésico) y *D. tamaranae* (endemismo canario de Gran Canaria) posibles ejemplos de auto-incompatibilidad gametofítica (GSI). A-F: *D. draco*. A: superficie exínica del polen y lámina de *D. draco*. B: estigma 3-lobulado al MEB. C: pólenes monosulcados al MEB. D-F: flores hermafroditas de un día que exponen el estigma desde el inicio de la antesis (apertura). G-L: *D. tamaranae*. G: superficie exínica del polen con imagen de *D. tamaranae*. H: estigma no capitado de superficie triangular ligeramente decurrente al MEB. I: pólenes monosulcados al MEB. J-L: flores hermafroditas de un día cuyos estambres resguardan al estigma en el inicio de la antesis (apertura). A la izquierda esquema de un gineceo señalando el lugar de interrupción de los tubos polínicos del polen propio (estilo).**

occidental, que en el mioceno colonizó y evolucionó en los ambientes semidesérticos actuales del Mediterráneo, Macaronesia, Este de África y ecosistemas del África tropical, siguiendo el patrón de la “Rand Flora”.

### 2.3.2.3. Sistema de acción tardía (LSI)

Algunos de los sistemas de auto-incompatibilidad con flores homomórficas evitan la autogamia con una respuesta fisiológica tardía, o inhibición del crecimiento del tubo polínico del polen propio, en el ovario. Cuando el rechazo en el interior del ovario es pre-cigótico, no hay formación de semillas. Sin embargo, cuando el rechazo es post-cigótico, puede haber formación de semillas, pero estas pueden no germinar o fallar durante el establecimiento de plántulas, siendo difícil diferenciar un mecanismo post-cigótico de LSI de la falta de vigor por problemas de endogamia (SEAVEY & BAWA, 1986; GIBBS, 1988; SAGE *et al.*, 1994; LEIMU, 2004).

Es un sistema todavía bastante desconocido y controvertido, que ha sido tradicionalmente ignorado con errores en especies calificadas presuntamente como auto-compatibles, que en realidad no lo son. Se encuentra bastante generalizado en Asclepiadaceae (LEIMU, 2004) pero sobretodo en la familia Fabaceae en géneros como *Lotus* y *Cytisus* (OWENS, 1983; GIBBS & BIANCHI, 1999; GIBBS, 2014; VALTUEÑA *et al.*, 2010, 2014). En Canarias se ha testado en algunos representantes del género *Lotus* (Loteae) y en la retama del Teide, *Spartocytisus supranubium* (Cyticeae-Genistea) donde se ha detectado la acción tardía propia del LSI (FERNÁNDEZ-PALACIOS *et al.*, 2015, 2017; DÍAZ-LUIS *et al.*, 2016; DÍAZ-LUIS, 2017).

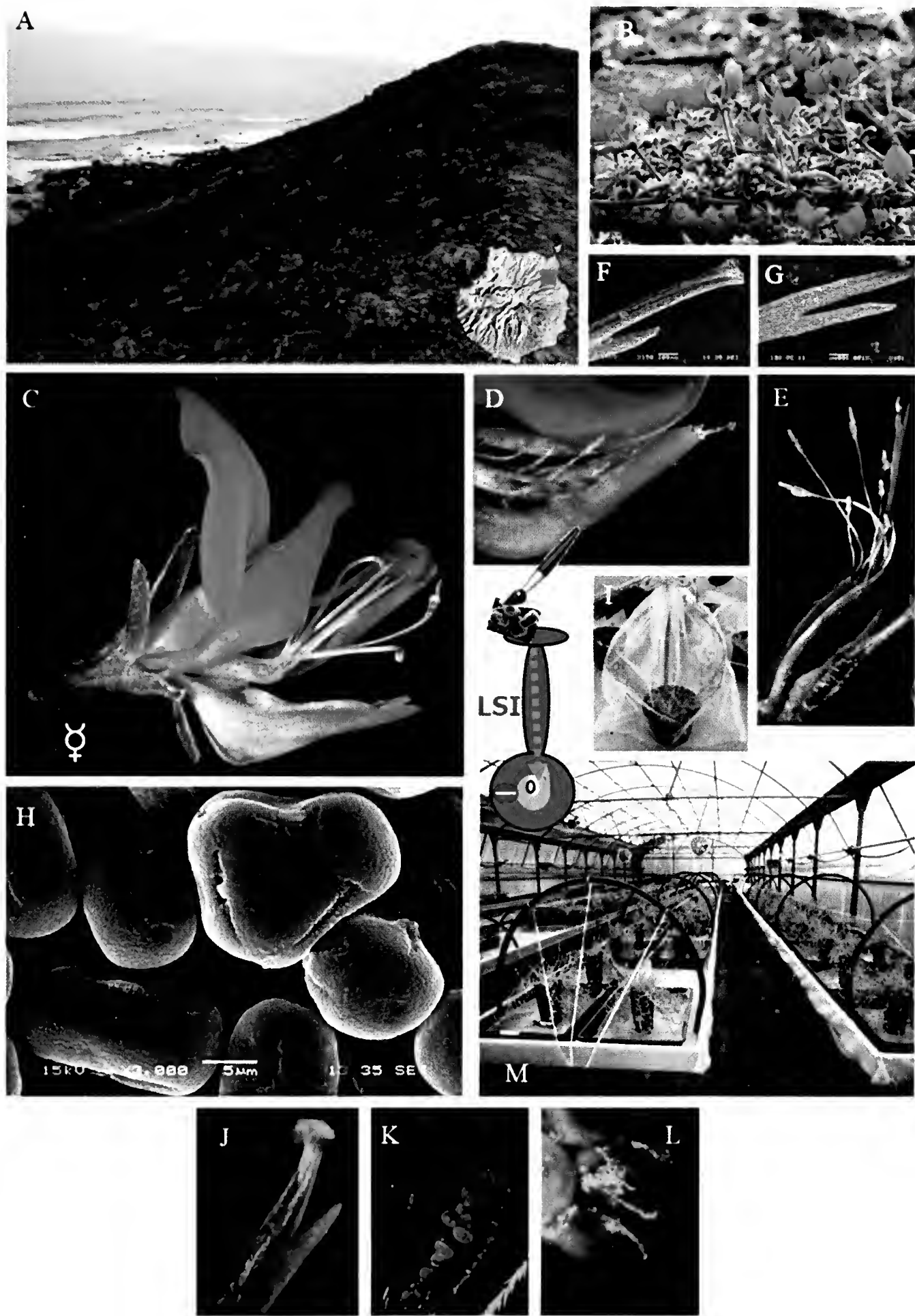
#### 2.3.2.3.1. *Lotus* sección *Pedrosia* (Lowe) Brand (Lámina 20).

Las especies de *Lotus* L. de la sección *Pedrosia* “corazoncillos” constituyen un grupo de endemismos herbáceos o perennes de flores amarillas, taxonómicamente complejos, que se caracterizan por la presencia de un diente en el estilo cerca del estigma (SANDRAL *et al.*, 2006). Con número básico de cromosomas  $x=7$  presentan especies tanto diploides como poliploides (ORTEGA, 1977, 1979) y ocupan un amplio rango de condiciones ecológicas, que incluyen desde zonas litorales de las islas, hasta los altos pinares.

Algunas de ellas están amenazados críticamente como *L. kunkelii* y *L. arinagensis* del litoral de Gran Canaria. El grupo ha sido objeto de numerosos estudios principalmente de diversidad genética y filogenia molecular (BAÑARES *et al.*, 2004; OLIVA *et al.*, 2004, 2005, 2006; OJEDA *et al.*, 2012).

Recientemente mediante cruces o polinizaciones experimentales (auto-polinización vs. polinización cruzada) realizadas en el JBCVC-uaCSIC y VFT, se ha confirmado y valorado los niveles de auto-incompatibilidad tardía (LSI) de algunos de los taxones diploides y tetraploides del género: *L. kunkelii* (4x), *L. arinagensis* (4x), *L. lancerottensis* (2x) y *L. bollei*, sin que parezca que la tetraploidía haya tenido incidencia alguna en la ruptura del sistema de auto-incompatibilidad (FERNÁNDEZ-PALACIOS *et al.*, 2015, 2017).

*Lotus kunkelii* (Esteve) Bramwell & Davis es un claro ejemplo de especie críticamente amenazada con una única población en Gran Canaria (Jinámar), que puede estar afectada por la pérdida de diversidad asociada a mecanismos de autoincompatibilidad (alelos S). Mediante cruces experimentales y de acuerdo con el índice ISI de auto-incompati-



**Lámina 20.-** *Lotus kunkelli* (Esteve) Bramwell & Davis. Endemismo canario de la isla de Gran Canaria ejemplo de auto-incompatibilidad tardía (LSI). A, B: población natural en el litoral de Jinámar (Gran Canaria). B, C: flores y detalles de la configuración de la corola (estandarte, alas y quilla). D, E: detalles de la columna reproductiva formada por el androceo (estambres) y gineceo (estigma). F, G: dientes en los estilos cerca del estigma (MEB) característicos de la sección Pedrosia. H: polen normal y polen diploide (MEB). I: embolsamiento de un individuo sometido a polinización experimental. J-L: gineceo autofecundado al MO con tinción fluorescente de tubos polínicos que llegan al ovario y entran en los óvulos. M: Vivero de Tafira del Cabildo de Gran Canaria con plantas adultas procedentes de las polinizaciones experimentales.

bilidad, se confirma la presencia de este mecanismo con diferentes niveles según individuos de la población. Asimismo, con tinciones fluorescentes, se analiza, la germinación del polen y presencia de tubos polínicos en los gineceos de las flores auto-polinizadas (que no forman semillas), para detectar el lugar de rechazo de los pólenes propios y naturaleza del sistema. Se confirma la presencia de tubos polínicos en el ovario de las flores auto-polinizadas e incluso en el interior de los óvulos, reflejando la naturaleza tardía del sistema de auto-incompatibilidad (LSI) de *L. kunkelii*, que rechaza los tubos polínicos del polen propio, en el ovario.

En *L. kunkelii*, el éxito reproductivo (producción de frutos y semillas) en la polinización cruzada es mucho mayor que en la polinización natural abierta y auto-polinizaciones (donde es prácticamente nula), produciendo nuevas plantas con más y mayores frutos y más semillas viables, de tal manera, que se han logrado cientos de individuos y se ha podido verificar un refuerzo exitoso de individuos, en la población natural (RAMOS, 2014).

#### 2.3.2.3.2. *Spartocytisus supranubius* (L.f.) Christ ex Kunkel (Lámina 21)

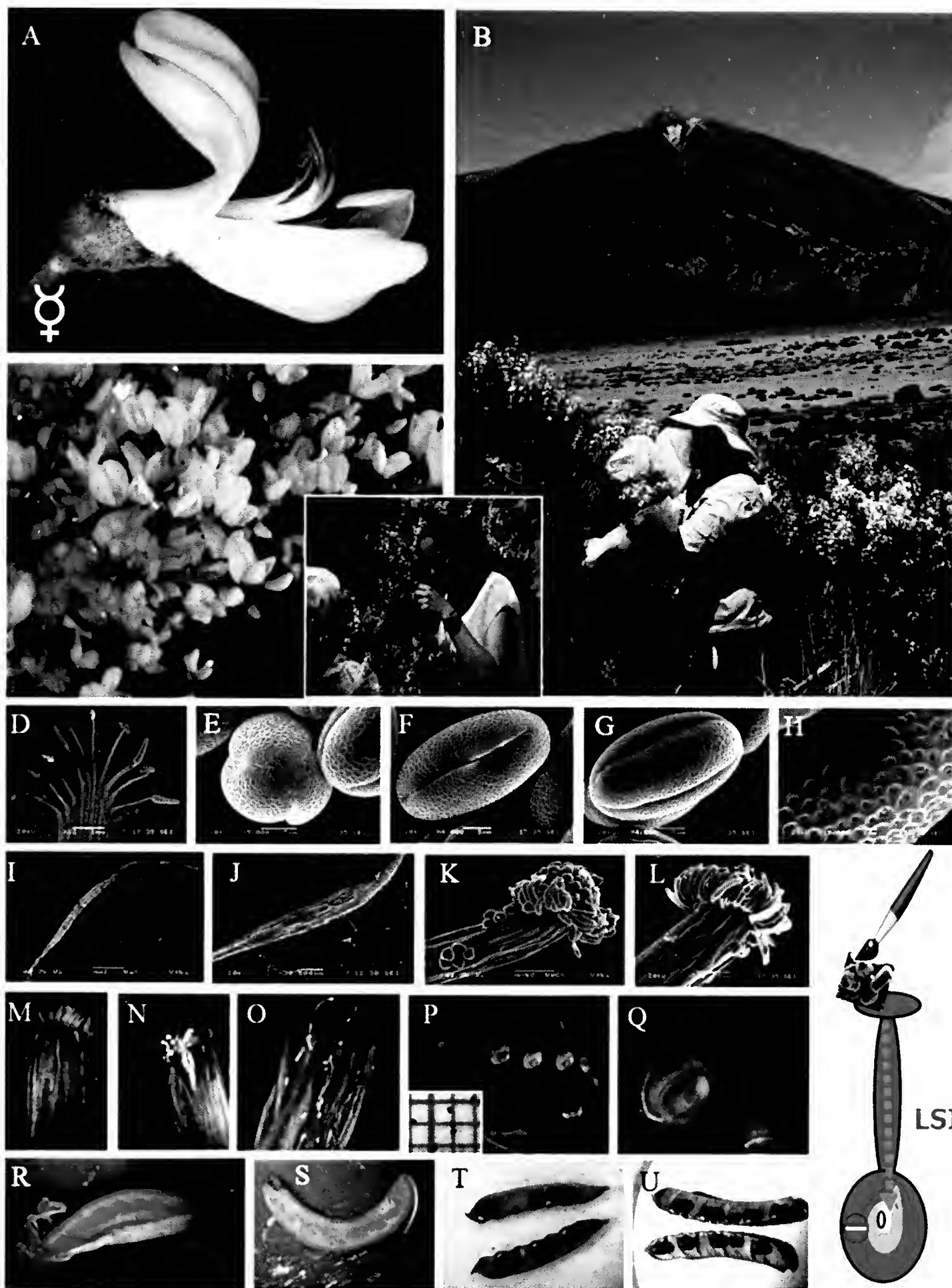
La “retama del Teide” de origen y afinidad mediterránea con el género *Cytisus* de Fabaceae-Genisteae (CUBAS *et al.*, 2002), se caracteriza por flores blanco-rosáceas a veces fuertemente olorosas que se agrupan en inflorescencias densas, y por la presencia de un androceo monadelfo con fusión de los 10 filamentos que forman el tubo estaminal portador de anteras dimórficas, grandes y pequeñas. El estigma muy variable en la tribu, se muestra con el ápice peloso-encreestado (MO y MEB) similar a *Cytisus*.

Sus flores exponen el estandarte ligeramente curvado hacia atrás a diferencia de algunos *Cytisus* y muestran quillas cerradas con la columna reproductiva (androceo y gineceo) oculta en su interior, a la espera de los polinizadores. El desarrollo del gineceo en la flor de la retama (estilo y estigma) emergen muy tardíamente como en muchas Genisteae. La longevidad de la flor de la retama se ha estimado con una duración aproximada de ocho días (PÉREZ DE PAZ *et al.*, 2016; DÍAZ-LUIS, 2017).

El aspecto funcional de las flores de la retama del Teide, se pone de manifiesto por los análisis de germinación del polen en gineceos de flores auto-polinizadas (tinciones fluorescentes), detectando que los tubos polínicos pueden llegar al ovario e incluso penetrar los óvulos, reflejando la naturaleza tardía del sistema de auto-incompatibilidad (LSI) de la retama del Teide (PÉREZ DE PAZ *et al.*, 2016). Asimismo pone de manifiesto la capacidad del gametofito masculino (polen) de producir cruces fértiles.

En los cruces experimentales realizados, la polinización cruzada produjo un mayor número de frutos y semillas que la auto-polinización, mostrando que la fecundación de las flores con polen de otros individuos (xenogamia), es más ventajosa, como también se ha demostrado para sus parientes continentales (RODRÍGUEZ-RIÑO *et al.*, 1999, 2004; VALTUEÑA *et al.*, 2010). Según los valores de los índices de incompatibilidad (ISI y tasas de autogamia) todas las localidades testadas de la retama del Teide se manifiestan como auto-incompatibles a excepción de una con individuos compatibles, al igual que sus parientes continentales del género *Cytisus* (DÍAZ-LUIS *et al.*, 2016 y en preparación; DÍAZ-LUIS, 2017).

La presencia de auto-incompatibilidad implica un control genético probablemente con diferentes genes vinculados al locus *s*. Una disminución en la talla poblacional puede reducir el número de estos alelos *s*, que implicaría una reducción de apareamientos y cruces fértiles con implicaciones demográficas importantes y graves en las poblaciones pe-



**Lámina 21.-** *Spartocytisus supranubius* (L.f.) Christ ex Kunkel (Fabaceae-Genisteae). Endemismo canario de las islas de Tenerife y La Palma, ejemplo de auto-incompatibilidad tardía (LSI). A: flor hermafrodita de la “retama del Teide”. B: Las Cañadas del Teide con retamas sometidas a polinizaciones experimentales. D-H: androceo con el tubo estaminal diseccionado y pólenes al MEB. I-L: gineceo con ovario, estilo y estigma similar al de algunos *Cytisus*. M-Q: gineceo autofecundado al MO con tinción fluorescente de tubos polínicos que llegan al ovario, penetrando los óvulos, como indica el esquema del gineceo (LSI). R, S: ovarios fecundados en las polinizaciones experimentales. T, U: frutos y semillas procedentes de los experimentos de polinización, con rudimentos seminales y semillas abortadas.

queñas y amenazadas (BYERS & MEAGHER, 1992; LIPOW & WYATT, 2000; CASTRIC & VEKEMANS, 2004; PICKUP & YOUNG, 2008; PÉREZ DE PAZ & CAUJAPÉ-CASTELLS, 2013). Esta información permite el diseño adecuado de estrategias de recuperación y de gestión efectiva de esta especie endémica, que consistiría en la generación de nuevos individuos a partir de una selección de semillas procedentes de las retamas de origen sexual, en las localidades con visible depauperación en la producción de semillas.

### 3. FLORES y BIOLOGÍA REPRODUCTIVA EN CANARIAS. CONSERVACIÓN Y EVOLUCIÓN

Hoy día no se cuestiona, que después de la preservación del hábitat, el conocimiento de la biología reproductiva de las especies vegetales amenazadas en peligro de extinción, o de las especies invasoras, es una de las primeras cuestiones de investigación que se deben abordar para “identificar” las prioridades de conservación (DUDASH & MURREN, 2008). Es decir que para justificar la investigación en el ámbito de la conservación, se deben analizar las funciones esenciales de los sistemas de cruzamiento desde una perspectiva ecológico-reproductiva y genética (BARRETT, 2003, 2015; DUDASH & MURREN, 2008).

Asimismo se considera al éxito reproductivo como un aspecto especialmente crítico para la supervivencia y evolución de las especies isleñas, hasta tal punto que se piensa que cualquier plan de conservación que no incluya el conocimiento de la biología reproductiva, está destinado a fracasar (ANDERSON *et al.*, 2001; CRAWFORD *et al.*, 2011, 2015).

El conocimiento adquirido en Canarias acerca de los sistemas de cruzamiento y diversidad genética, además de cuestionar viejos mitos e hipótesis históricas isleñas, desvela la necesidad de conocer el ciclo reproductivo “completo” de las especies, que comienza “mucho antes” que se formen las semillas.

La “flor” según sistemas sexuales y de auto-incompatibilidad (dependiendo de la historia evolutiva de los linajes) controla el éxito reproductivo o formación de semillas viables y progenie vigorosa, influyendo de manera decisiva en la diversidad genético-morfológica y eficacia biológica de poblaciones y especies. El “fallo reproductivo” se potenciaría por desaparición de determinados morfos o individuos y/o alelos S (fenotipos y genotipos) susceptibles de producir cruces fértiles.

Se ha puesto de manifiesto que las especies canarias requieren un conocimiento morfológico-reproductivo adecuado cuya información debiera estar adecuadamente integrada en las *estrategias de recuperación* y conservación de las especies amenazadas. Mención especial merece la presencia de determinados polimorfismos polínicos aperturales, como micro-marcadores de vigor y eficacia biológica, que al poseer mayor superficie apertural, aumentan las posibilidades de fecundación y de emisión de tubos polínicos. Estos polimorfismos que ya se han detectado para varios linajes de endemismos canarios, ponen en valor el significado biológico del polen.

Según una gran mayoría de autores relevantes, la notable diversidad de los *sistemas de cruzamiento* de las angiospermas, proporciona oportunidades “únicas” para explorar la dinámica de los *procesos evolutivos* de las plantas, cuyo estudio requiere sin duda, enfoques multidisciplinares (CHARLESWORTH *et al.*, 2005; CHARLESWORTH, 2006; KARRON *et al.*, 2012; GOLENBERG & WEST, 2013). Desde Darwin, la variación en las



características florales y sus efectos en la evolución de los sistemas de cruzamiento, ha fascinado a los científicos. Estas variaciones tienen efectos a corto plazo en los individuos de poblaciones ecológicamente singulares, y efectos evolutivos a más largo plazo sobre las poblaciones y especies (CARR, 2013; KARIYAT *et al.*, 2013).

### 3.1. Dimorfismos florales y Sistemas sexuales. Micro-evolución

Los sistemas sexuales en Canarias han puesto de manifiesto flores unisexuales y *fenotipos sexuales* en géneros macaronésicos, cuyos linajes continentales, protagonizan rutas de acceso a la dioecia, desde el hermafroditismo con dioecia funcional y heterodico-gamia (*Persea*), y/o situaciones intermedias más o menos cercanas a la dioecia, desde la ginodioecia (*Semele*, *Plocama*, *Gymnosporia*, *Kunkeliella*, etc), o con ginodioecia estable (*Echium*) que nunca evoluciona a dioecia.

En la ginodioecia estable que representa el género *Echium*, no se ha verificado claramente la superioridad de las semillas de los individuos femeninos, aunque si parece claro que estos individuos se beneficien con una mayor producción. La mayor producción de semillas por parte de los individuos femeninos, resultaría de especial utilidad para la recuperación de especies en peligro crítico, como *E. acanthocarpun* endemismo de la isla de La Gomera, con requerimientos de refuerzos poblacionales, que sin embargo presenta niveles de diversidad genética bastante altos, similares a los de su congénere *E. decaisnei*, ampliamente distribuido en la isla de Gran Canaria.

Merece destacar la ruta de la androdioecia, donde el género *Picconia* adquiere un protagonismo especial con *P. excelsa*, por su condición en principio, de especie androdioica. Aunque no se han hecho análisis de paternidad, ni testado la posible presencia en los individuos hermafroditas del especial mecanismo de auto-incompatibilidad homomórfico dialélico (característico de algunas Oleáceas androdioicas), no se debe descartar su presencia, y debe ser uno de los objetivos futuros.

*P. azorica* endemismo de Azores, calificada como amenazada (EN) actualmente se considera su recalificación a críticamente amenazada por la depauperación de sus poblaciones naturales y la bajísima producción de semillas (MARTINS *et al.*, 2013). Los análisis de idoneidad de habitat, muestran que los requerimientos ecológicos sitúan a esta especie como potencialmente idónea para las actuaciones de restauración y reforestación del archipiélago (FERREIRA *et al.*, 2011; MARTINS *et al.*, 2013, 2015). Su sistema reproductivo no ha sido estudiado, pero sus flores preconizan un sistema sexual similar al de *P. excelsa*. En el caso de refuerzo de las poblaciones naturales, y hasta que no se disponga de nueva información, es prudente asegurar la presencia de individuos potencialmente masculinos (flores con estigmas marrones) y de individuos hermafroditas (con flores de estigmas blanquecino-amarillentos), al menos en un 50% de cada fenotipo, ya que en principio, en especies de géneros allegados, los individuos masculinos fecundarían a todos los hermafroditas, mientras que estos últimos solo a la mitad (SAUMITOU-LAPRADE *et al.*, 2010; BILLIARD *et al.*, 2015; VERNET *et al.*, 2016).

El Atlas de Flora de Amenazada española (AFA) destaca a nivel general, una supremacía de taxones hermafroditas amenazados en relación a los dioicos y polígamos (BARRERA *et al.* 2004), lo cual induce a pensar que los sistemas sexuales relacionados a la dioecia no parecen ser factores decisivos de amenaza, de hecho especies subdioicas como

*Morella faya* poseen una estrategia reproductiva tan eficaz, que les permite incluso actuar como invasoras en ecosistemas como Hawaii.

Mención especial merece la ruta mixta de evolución de dioecia por androdioecia y heterodicogamia que protagoniza el género *Neochamaelea*, el cual:

i) Se revela como una evidencia empírica de dioecia temporal, donde la *plasticidad sexual* de algunos fenotipos DD (duodicogamia) permite su transformación en fenotipos PG y/o fenotipos PA (heterodicogamia) en presencia de fenotipos masculinos (M) que recuerdan situaciones de androdioecia.

ii) Los atributos florales de los fenotipos heterodicógamos (PA y PG) revelan indicios de especialización sexual, del fenotipo PG hacia la función femenina, y del PA hacia la función masculina.

iii) La coexistencia poblacional de los cuatro fenotipos implicados (DD, PA, PG, M), pone de manifiesto uno de los sistemas sexuales más complejos y desconocidos de las angiospermas, previamente testados en otras familias del linaje de *Neochamaelea* (orden Sapindales), y recientemente también en algunos otros órdenes y familias.

iv) Refuerza la hipótesis del *fuerte componente filogenético de las expresiones florales* implicadas en los polimorfismos sexuales asociados a determinados linajes taxonómicos, que se manifiestan más fácilmente en determinadas condiciones ambientales, como los ecosistemas isleños, donde abundan estos polimorfismos y las situaciones de dioecia.

### 3.1.1. Flores ¿por qué merecen atención los endemismos canarios que no figuran en las listas rojas de especies en peligro?

Un ejemplo revelador es el caso de la “leñabuena” (*Neochamaelea pulverulenta*) género endémico y especie estructural emblemática del tabaibal-cardonal canario, donde algunas de sus poblaciones naturales con fuerte presión antrópica, adolecen de reclutamiento. Según recientes trabajos, la causa responsable de esta falta de individuos juveniles, es la desaparición y/o disminución de la talla de los lagartos endémicos, principales agentes de la dispersión de sus frutos y semillas (PÉREZ-MÉNDEZ *et al.*, 2015, 2016, 2017).

La gran complejidad de expresiones florales temporales de cada una de las poblaciones naturales estudiadas, se revela particularmente interesante por los “procesos micro-evolutivos” que representan y merecen especial atención y protección. Se trata de garantizar el mantenimiento y evolución de los *fenotipos sexuales* implicados en las poblaciones naturales, posibles indicadores de procesos micro-evolutivos, producto de la interacción genética y ambiental (presiones selectivas) en ecosistemas isleños como Canarias, tantas veces invocados laboratorios naturales para los estudios de evolución.

En islas como Canarias, el significado de las distintas *expresiones florales* se convierten en “indicadores indiscutibles” de *procesos micro-evolutivos* no detectables por el momento, desde una perspectiva exclusivamente molecular.

## 3.2. Dimorfismos florales y auto-incompatibilidad

Respecto a los dimorfismos florales asociados a sistemas de auto-incompatibilidad merece destacar el ejemplo de la “siempreviva gigante” de La Gomera, *Limonium dendroides*, especie crítica con unos 28 efectivos naturales, donde la extrema escasez de uno

de los morfos o individuos “cob” también está dificultando los cruces fértiles con producción de semillas viables y generación de progenie vigorosa, tanto en situaciones naturales como cultivadas (SUÁREZ *et al.*, 2009; FERNÁNDEZ-PALACIOS, 2015; PÉREZ DE PAZ *et al.*, 2015b).

Contra todo pronóstico, *L. dendroides* representa un tipo frecuente de endemismo isleño con alta diversidad genética neutral, a pesar de su depauperada situación y escaso éxito reproductivo. El aumento de individuos “cob” favorece y favorecerá la reproducción sexual y cruces fértiles, permitiendo un mayor éxito reproductivo con un mayor índice de formación de semillas, plántulas y previsiblemente nuevos adultos reproductores, aptos para el refuerzo del medio natural, como ya se ha conseguido en condiciones de cultivo. La reciente detección de plantas con polen morfológicamente defectuoso y estéril, hace recomendable un análisis polínico previo a las polinizaciones experimentales (PÉREZ DE PAZ *et al.*, 2015b).

El conocimiento de diversidad genética y biología reproductiva en Canarias ha puesto de manifiesto, la existencia de poblaciones pequeñas con gran variabilidad genética (neutral) y éxito reproductivo “mermado” por la pérdida de diversidad asociada a dimorfismos florales, sexuales o de auto-incompatibilidad como el caso de *L. dendroides*.

### **3.3. Auto-incompatibilidad homomórfica. Implicaciones en la conservación de especies amenazadas. Talla poblacional y alelos S. Capacidad de auto-fecundación y cruces mixtos**

La presencia de mecanismos de auto-incompatibilidad homomórfica en las plantas, implica un control genético con diferentes genes vinculados al *locus* S. Una disminución en la *talla poblacional* puede reducir el polimorfismo genético (alelos S), que redundaría en una reducción de apareamientos y cruces fértiles, con posibles implicaciones demográficas importantes en las poblaciones pequeñas y amenazadas (BYERS & MEAGHER, 1992; LIPOW & WYATT, 2000; CASTRIC & VEKEMANS, 2004; PÉREZ DE PAZ & CAUJAPÉ-CASTELLS, 2013). Esto podría ser de gran utilidad para el diseño de estrategias de recuperación y de gestión efectiva de las especies endémicas auto-incompatibles amenazadas, en poblaciones con visible depauperación en la producción de semillas, que consistiría en la generación de nuevas plantas a partir de la una selección de semillas de individuos no relacionados (que no compartan el mismo alelo S) y posteriormente cruces experimentales de polinización manual.

Los análisis de biodiversidad en especies canarias críticamente amenazadas, aconsejan precaución al interpretar niveles altos de variabilidad genética (neutral) en poblaciones naturales de especies auto-incompatibles, con bajo éxito reproductivo (incluyendo la germinación de semillas y establecimiento de plántulas). Estos casos parecen estar asociados a la pérdida de alelos S en especies homomórficas, responsables de los cruces fértiles (PÉREZ DE PAZ & CAUJAPÉ-CASTELLS, 2013).

Especial precaución para las poblaciones naturales de especies *auto-incompatibles* homomórficas con sistema esporofítico (SSI) y alelos S codominantes, ya que poseen menos posibilidades de apareamientos compatibles, y menos probabilidad de cruces fértiles, pudiendo considerarse, por tanto más amenazadas y frágiles que las poblaciones con sistema gametofítico (GSI) o esporofítico (SSI) con relaciones de dominancia entre los alelos S,

que se comportarían de forma de forma similar (LEVIN *et al.*, 2009; YOUNG *et al.*, 2012; THRALL *et al.*, 2014). En la *flora canaria* no hay datos en la actualidad, que permitan hacer estas valoraciones, pero estos estudios, deben constituir uno de sus principales objetivos en un futuro próximo, por las implicaciones demográficas en las poblaciones de especies auto-incompatibles, amenazadas o no, con problemas en la formación de semillas.

Por otro lado, es importante tener en cuenta en las especies *auto-incompatibles*, la existencia de poblaciones e individuos con *niveles intermedios* de auto-incompatibilidad, por la repercusión en las estrategias de recuperación y en los procesos de *colonización*, ya que la posibilidad de *cruces mixtos*, (aunque todavía se desconoce su carácter estable) actúa como estrategia que proporciona garantía reproductiva (*reproductive assurance*) en situaciones de estrés ambiental donde peligran los cruces fértiles, (LLOYD, 1979; LEIMU, 2004; KALISZ *et al.*, 2004; GOODWILLIE *et al.*, 2005; PETANIDOU *et al.*, 2012; RADUSKI *et al.*, 2012; BARRETT, 2014; VOILLEMOT & PANNELL, 2017; RAMÍREZ & NASSAR, 2017).

Asimismo, otros autores consideran situaciones semejantes de “pseudo-compatibilidad” (PSC), como un fenómeno natural circunstancial, por el cual, una especie auto-incompatible, con *capacidad de auto-polinización*, permite la auto-fecundación ante un evento colonizador o catástrofe ambiental, asegurando la descendencia o progenie, sin que se comprometa la configuración genética y función del *locus S* de auto-incompatibilidad (LEVIN, 1996; KALISZ, *et al.*, 2004; CHARLESWORTH, 2006; IGIC *et al.*, 2008; BRENNAN *et al.*, 2011; CRAWFORD *et al.*, 2008, 2009, 2010, 2011; 2015; BARRETT, 2014, 2015b; PANNELL, 2015; PANNELL *et al.*, 2015; BALDWIN & SCHOEN, 2017).

Hasta el momento todas las especies canarias fundamentalmente auto-incompatibles testadas (géneros *Parolinia*, *Argyranthemum*, *Tolpis*, *Lotus*, *Spartocytisus*, etc) han mostrado distintos niveles de auto-incompatibilidad, que varían según poblaciones e individuos y que se podrían calificar como poblaciones con capacidad para los cruces mixtos y/o con *capacidad de auto-fecundación*.

Esta posibilidad de auto-polinización y de cruces mixtos en poblaciones naturales de endemismos canarios fundamentalmente auto-incompatibles, se podría interpretar como una estrategia, relativamente estable, que proporciona “garantía reproductiva” en situaciones isleñas de *estrés ambiental* y sequía, convirtiendo a las islas, una vez más, en auténticos laboratorios de investigación para los estudios de evolución de los sistemas de cruzamiento, con implicaciones importantes en la biología de la conservación de especies isleñas. La capacidad circunstancial para la auto-polinización (PSC) y posibilidad de cruces mixtos de una especie auto-incompatible, debiera constituir uno de los objetivos a tener en cuenta en estudios futuros de auto-incompatibilidad en las islas Canarias.

### **3.4. Auto-incompatibilidad, significado evolutivo, diversificación y extinción. Islas**

Mientras que los *sistemas sexuales* en plantas isleñas, se caracterizan por una especial *plasticidad* en su expresión sexual, de modo que la xenogamia y autogamia se pueden intercambiar inesperadamente, según entornos ambientales, por el contrario, la pérdida de *auto-incompatibilidad*, se considera un proceso “irreversible” de modo que, para algunos autores, la presencia de auto-incompatibilidad en endemismos isleños, puede ser un buen indicador que proporcione respuestas a las expectativas actuales de la Ley de Baker,

que admite la colonización a taxones auto-incompatibles con *capacidad de auto-fecundación* o cruces mixtos (IGIC & BUSH, 2013; PANNELL, 2015, 2017).

Para muchos autores, la transición de la xenogamia hacia la autogamia mediante la pérdida de auto-incompatibilidad, es uno de los cambios evolutivos más comunes en las plantas con flores, cuya transición se considera “irreversible”, sin embargo, resulta sorprendente, que sólo alrededor del 10-15% de las especies, se presentan como predominantemente autógamas (WRIGHT *et al.*, 2013; BARRETT, 2013; IGIC *et al.*, 2008; IGIC & BUSCH, 2013).

Muchos autores consideran que la “alta proporción de taxones auto-incompatibles” en las angiospermas se debe, no sólo, a los mayores índices de “diversificación” de los linajes auto-incompatibles, sino también a determinadas fuerzas selectivas ambientales que favorecen la formación de barreras y la extinción de los linajes autógamos (GOLDBERG *et al.*, 2010; WRIGHT & BARRETT, 2010; FERRER & GOOD, 2012; IGIC & BUSCH, 2013). Según algunos de estos autores, las *especies auto-incompatibles* “diversifican” con una tasa significativamente más alta que las auto-compatibles que a su vez poseen mayores tasas de extinción, evidenciando que el origen evolutivo y mantenimiento de la auto-incompatibilidad, puede desempeñar un papel importante en la conformación de la extraordinaria “diversidad de las angiospermas”.

Esta hipótesis se vuelve extremadamente interesante para las *islas oceánicas* donde abundan los procesos de diversificación de especies. El descubrimiento cada vez más abundante de taxones xenógamos *auto-incompatibles en las islas*, con capacidad de auto-fecundación, sin duda implicaría altos niveles de diversidad genética que les capacitaría para la proliferación de procesos evolutivos y de *diversificación* (radiación adaptativa), propios de estas islas, lo cual no excluye, sino que complementa, otras hipótesis que justifican la radiación adaptativa en las islas, desde otros puntos de vista.

A pesar pues de los espectaculares avances en cuanto a filogenias moleculares y diversidad genética neutral de linajes oceánicos insulares en el nivel de población natural, los *estudios multidisciplinarios* integrando aspectos morfológico-reproductivos de los sistemas de cruzamiento, se consideran todavía insuficientes (SØNDERBERG & ADSERSEN, 2007; PANNELL, 2015; PANNELL *et al.*, 2015). Esto concuerda con la idea de que la relación entre determinados caracteres morfológico-reproductivos y la colonización isleña, establecimiento y posterior diversificación de los linajes oceánicos, no ha recibido la suficiente atención, o que al menos no se ha esclarecido la enorme “complejidad de procesos” que supone la colonización de las islas oceánicas, establecimiento y las presiones selectivas implicadas (CARLQUIST, 1966, 1974; GRANT, 1971; ANDERSON *et al.*, 2001; DUDASH & MURREN, 2008; CRAWFORD *et al.*, 2011, 2015; SEEHAUSEN, 2004; FRANKHAM, 2010; GIVNISH, 2010, 2015; PÉREZ DE PAZ & CAUJAPÉ CASTELLS, 2013; GARCÍA-VERDUGO *et al.*, 2014; PANNELL, 2015; PANNELL *et al.*, 2015).

Actualmente, en el debate acerca del origen de la “alta diversidad genética isleña”, una gran mayoría de autores se postulan por la incidencia de una serie de factores bióticos inherentes a la historia evolutiva de los linajes colonizadores (número de cromosomas, sistemas de cruzamiento y biología reproductiva en general) en combinación con la talla poblacional o factores abióticos como cercanía al continente o antigüedad de las islas (HAMRICK & GODT, 1996; GITZENDANNER & SOLTIS, 2000; FRANCISCO-ORTEGA *et al.*, 2000; CRAWFORD *et al.*, 2001; ANDERSON *et al.*, 2002; CAUJAPÉ-CASTELLS, 2011; CARR,

2013; KARIYAT *et al.*, 2013; PÉREZ DE PAZ & CAUJAPÉ CASTELLS, 2013). Sin embargo otros autores para explicar los niveles de diversidad genética en las islas, hacen hincapié en la influencia dominante de la forma de especiación, anagénesis o cladogénesis (STUESSY *et al.*, 2014; TAKAYAMA *et al.*, 2015) o por la hibridación y generación de “singameones”. Esta última hipótesis asume que los elevados niveles de variabilidad genética resultantes de la hibridación, son decisivos para la colonización exitosa y radiación de especies en un determinado linaje (JORGENSEM & OLESEN, 2001; SEEHAUSEN, 2004; GIVNISH, 2010, 2015) y ha sido recientemente postulada para las islas Canarias (CAUJAPÉ-CASTELLS, 2011; CAUJAPÉ-CASTELLS *et al.*, 2017).

En cualquier caso hoy día se tiene la convicción que el estudio de los patrones y procesos macro-evolutivos compartidos multi-disciplinariamente, es lo que permite una mejor y más completa información (BENTON, 2009). A corta escala (geográfica y temporal), la evolución o diversificación e interacciones a nivel de ecosistema, se explican fundamentalmente por componentes bióticos (modelo “Red Queen”), pero a una escala geográfica y temporal, mucho más amplia, los grandes patrones de biodiversidad son impulsados mayoritariamente por el entorno físico (modelo “Court Jester”). En realidad se debe admitir que aún no está claro, por qué, determinados linajes isleños radian y otros no, lo más probable es que no haya una única respuesta y los linajes pueden diversificar de múltiples maneras, actuando simultáneamente varios factores o fuerzas con resultados evolutivos similares (GAVRILETS & LOSOS, 2009; LOSOS & RICKLEFS, 2009).

#### 4. CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES GENERALES

En islas como Canarias, las distintas *expresiones florales* adquieren un alto significado como “indicadores indiscutibles” de procesos micro-evolutivos no detectables por el momento, desde una perspectiva exclusivamente molecular.

El conocimiento adquirido en Canarias acerca de los *sistemas de cruzamiento* y diversidad genética, además de cuestionar viejos mitos e hipótesis históricas isleñas, desvela la necesidad de conocer el ciclo reproductivo “completo” de las especies, que comienza “mucho antes” de que se formen las semillas.

La relación de la estructura y función de las flores (micromorfología, recursos del androceo y gineceo, ratio polen/óvulo, expresión de los sistemas sexuales o sistemas de auto-incompatibilidad) revela distintas *estrategias reproductivas* de las especies, pudiendo predecir el éxito reproductivo y mantenimiento de las poblaciones naturales, al mismo tiempo que ayuda a entender el éxito de la colonización y procesos micro-evolutivos especialmente relevantes en islas.

La *flor* según sistemas sexuales y de auto-incompatibilidad (dependiendo de la historia evolutiva) controla el éxito reproductivo o formación de semillas viables y progenie vigorosa, influyendo de manera decisiva en la diversidad genético-morfológica y *eficacia biológica* de poblaciones y especies. El fallo reproductivo se potenciaría por desaparición de determinados morfos o individuos y/o alelos S (fenotipos y genotipos) susceptibles de producir cruces fértiles.

Los sistemas de *auto-incompatibilidad* homomórficos favorecen la diversificación de las especies, y han desempeñado un importante papel en la extraordinaria diversidad de

las angiospermas. Estas hipótesis, cada vez más reforzadas, se vuelven extremadamente interesantes en las islas oceánicas, toda vez que justificarían la idea que estos sistemas pueden haber jugado también un importante papel en la proliferación de procesos evolutivos, lo cual no excluye sino que complementa, otras hipótesis que justifican los procesos de diversificación en las islas, desde otros puntos de vista.

Los análisis de biodiversidad en especies canarias críticamente amenazadas, aconsejan precaución al interpretar niveles altos de *variabilidad genética neutral* en poblaciones naturales de especies auto-incompatibles, con bajo éxito reproductivo (incluyendo la germinación de semillas y establecimiento de plántulas). Estos casos parecen estar asociados a la pérdida de alelos S en especies homomórficas, responsables de los cruces fértiles.

La *información reproductiva* (incluyendo polinizaciones experimentales) en géneros con especies críticamente amenazadas, puede ser más importante que los datos de diversidad genética neutral, y está especialmente indicada para su debida integración en las estrategias de recuperación.

Las *polinizaciones experimentales*, especialmente indicadas en Jardines Botánicos, ponen en valor los estudios dirigidos al diseño de cruces fértiles (desde el conocimiento profundo de la biología reproductiva), minimizan los fallos reproductivos y pérdida de vigor por problemas de endogamia, abriendo una puerta a la esperanza en especies críticamente amenazadas.

El *éxito reproductivo* se considera una cuestión especialmente crítica para la supervivencia y evolución de las plantas isleñas, de manera que cualquier *plan de conservación* que no incluya el conocimiento de la biología reproductiva, está destinado a fracasar (ANDERSON *et al.*, 2001; CRAWFORD *et al.*, 2011, 2015). La detección de *éxito* o *fallo reproductivo* puede generar estrategias de recuperación concretas que favorecen cruces fértiles y nuevos adultos reproductores que salvaguardan la eficacia biológica y devenir de poblaciones y especies.

Sin embargo no siempre, un bajo *éxito reproductivo* refleja una situación de amenaza, de la misma manera, que un éxito reproductivo elevado, no excluye *situaciones de amenaza*. La longevidad de las especies (con uno o varios ciclos vitales) puede modificar el concepto de supervivencia y esperanza de vida de las especies amenazadas, ya que en las especies longevas el éxito reproductivo anual, puede compensarse por los reclutamientos poblacionales de años sucesivos (IRIONDO *et al.*, 2008).

Por esta y otras razones, surge MACFLOR: Atlas Macaronésico de Biología Reproductiva y aplicaciones a la conservación. Marcadores de vigor y amenaza con análisis genéticos de paternidad (PÉREZ DE PAZ *et al.*, 2017). Se trata de un Proyecto de interés, porque considera los aspectos reproductivos más relevantes de los endemismos macaronésicos, con detección temprana de fallos reproductivos relacionados al declive poblacional, como uno de los riesgos más inexplorados en las estrategias de recuperación tanto de los endemismos amenazados, como de los que no figuran en ninguna lista roja. En realidad consiste en un *nuevo enfoque* de la gestión de conservación de endemismos macaronésicos, fundamentado en *viejas ideas* elementales, que ponen en valor el *conocimiento* morfológico y funcional de la *flor*, como esencia de la reproducción sexual y éxito reproductivo de poblaciones y especies (DARWIN, 1876; BARRETT. 2015).

Desde la convicción de que tanto nuestras creencias como nuestro entorno están en constante evolución, surge la necesidad de una constante evaluación crítica de los postu-

lados científicos que constituyen la esencia de la biología de la conservación. Sin duda alguna, desde la biología evolutiva, disciplinas como la ecología, genética, dinámica de poblaciones y biología reproductiva entre otras, deben plantearse revisiones críticas en las cuestiones que constituyen la pura esencia de la *biología de la conservación*, para que, de manera inflexible, seamos capaces de asimilar e integrar, las cuestiones básicas del conocimiento con los nuevos avances de las disciplinas científicas. Sin embargo esto no sería suficiente si, los otros agentes que participan en la conservación, gestores, políticos y la sociedad en general, no son capaces de adoptar y asimilar las necesidades reales y cambios que se producen (IRIONDO *et al.*, 2008).

Con demasiada frecuencia, las recomendaciones de las *políticas de conservación* se sustentan en la poca o ninguna información de las especies en cuestión. Se requieren muchos más esfuerzos de comunicación entre los investigadores y gestores de espacios naturales, que favoreciendo el intercambio de experiencias, enfoques y puntos de vista, permitan llevar a cabo, estrategias de conservación de la biodiversidad y recursos naturales, verdaderamente útiles y exitosas (DUDASH & MURREN, 2008).

## 5. AGRADECIMIENTOS

Al Cabildo de Gran Canaria, a los proyectos BIOMABANC (03/MAC/ 4.1/C.7), ENCLAVES (MAC/3/C141), y anteriores proyectos I+D del Gobierno de Canarias (PI1998/043), que han permitido y ayudado al desarrollo de estas investigaciones. Asimismo, agradecemos la colaboración en los Planes de Recuperación de *Limonium dendroides* Svent (Ángel Bañares Baudet del Gobierno de Canarias y Pedro Romero Manrique del Cabildo de La Gomera), *Lotus kunkelii* (Ana Ramos del Cabildo de Gran Canaria) y de *Kunkeliella canariensis* (Isabel Nogales del Cabildo de Gran Canaria). Agradecemos también la colaboración con el Parque Nacional del Teide y Universidad de La Laguna para el estudio de la biología reproductiva de la retama del Teide (*Spartocytisus supranubius*).

A todos los compañeros del JBCVC, principalmente a los involucrados en planta viva, base de datos, banco de semillas, herbario, biblioteca, educación y otros; asimismo queremos agradecer al personal del Vivero Forestal de Tafira su colaboración en *Lotus*, *Kunkeliella*, *Neochamaelea*

No puede faltar el Dr. Arnoldo Santos, compañero y amigo, por la revisión del manuscrito, sugerencias y consejos.

Un reconocimiento especial a los profesores Drs. J. Ubera, P. Gibbs, D. Crawford, G. Anderson y J. Pannell, por sus consideraciones, consejos, y comentarios constructivos, que en algún momento han fortalecido nuestro trabajo.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

ALLEN, A.M. & S.J. HISCOCK. 2008. Evolution and phylogeny of self-incompatibility systems in angiosperms. In Franklin-Tong V.E. (Ed), *Self-Incompatibility in Flowering Plants-Evolution, diversity and mechanisms*: 73-101. Springer-Verlag. Heidelberg, Berlin.



- AL-SHEHBAZ, I. A., M. A. BEILSTEIN, and E. A. KELLOGG. 2006. Systematics and phylogeny of the Brassicaceae (Cruciferae): an overview. *Plant Systematics and Evolution* 259 (2-4): 89-120.
- ANDERSON, J.K. & S.I. WARWICK. 1999. Chromosome number evolution in the tribe *Brassicaceae* (Brassicaceae): evidence from isozyme number. *Plant Systematics and Evolution* 215: 255-285.
- ANDERSON, G.J., G. BERNARDELLO, T.F. STUESSY & D.J. CRAWFORD. 2001. Breeding systems and pollination of selected plant endemic to Juan Fernandez Islands. *Amer. J. Bot.* 88 (2): 220-233.
- ANDERSON, G.J., S.D. JOHNSON, P.R. NEAL & G. BERNARDELLO. 2002. Reproductive biology and plant systematics: the growth of a symbiotic association. *Taxon* 51: 637-653.
- ANDERSON, C.L., A. CHANNING & A.B. ZAMUNER. 2009. Life, death and fossilization on Gran Canaria. Implications for Macaronesian biogeography and molecular dating. *Journal of Biogeography* 36: 2189-2201.
- ARADHYA, K.M., D. MUELLER-DOMBOIS & T.A. RANKER. 1991. Genetic evidence for recent and incipient speciation in the evolution of Hawaiian *Metrosideros* (Myrtaceae). *Heredity* 67: 129-138.
- ARTEAGA, M. A., G. GONZÁLEZ, J. D. DELGADO, J.R. ARÉVALO & J.M. FERNÁNDEZ-PALACIOS. 2006. Offspring spatial patterns in *Picconia excelsa* (Oleaceae) in the Canarian laurel forest. *Flora* 201: 642-651.
- BACKLUND, M. & M. THULIN. 2007. Revision of the Mediterranean species of *Plocama* (Rubiaceae). *Taxon* 56 (2): 516-520.
- BACKLUND, M., B. BREMER & M. THULIN. 2007. Paraphyly of Paederieae, recognition of Putorieae and expansion of *Plocama* (Rubiaceae-Rubioideae). *Taxon* 56 (2): 315-328.
- BAKER, H.G. 1953. Dimorphism and monomorphism in the Plumbaginaceae. II: Pollen and stigmata in the genus *Limonium*. III: Correlation of Geographical distribution Patterns with Dimorphism and Monomorphism in *Limonium*. *Annals of Botany* 67: 433-445 y 615-627.
- BAKER, H.G. 1955. Self-compatibility and establishment after "long-distance" dispersal. *Evolution* 9 (3): 347-349.
- BAKER, H.G. 1966. The evolution, functioning and breakdown of heteromorphic incompatibility systems. 1. The Plumbaginaceae. *Evolution* 20: 349-368.
- BAKER, H.G. & P.A. COX. 1984. Further thoughts on dioecism and islands. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 71: 244-253.
- BALDWIN, S.J. & D.J. SCHOEN. 2017. Genetic variation for pseudo-self-compatibility in self-incompatible populations of *Leavenworthia alabamica* (Brassicaceae). *New Phytologist* 213: 430-439.
- BAÑARES, A., G. BLANCA, J. GÜEMES, J.C. MORENO, S. ORTIZ (Eds). 2004. *Atlas y Libro Rojo de la Flora Vasculare Amenazada de España*. Dirección General de Conservación de la Naturaleza. Madrid.

- BAÑARES-BAUDET, A., R.M. LECUONA NEUMANN, LA-SERNA RAMOS. I.E. & E. BELTRÁN TEJERA. 1984. Sobre la presencia de *Myrica rivas-martinezii* A. Santos en la isla de La Gomera (Islas Canarias). Estudio corológico, ecológico y palinológico. *Vieraea* 14 (1-2): 41-55.
- BARQUÍN DÍEZ, E. & W. WILDPRET DE LA TORRE. 1975. Diseminación de plantas canarias. Datos iniciales. *Vieraea* 5 (1-2): 38-60.
- BARRETT, S.C.H. 1995. Mating-system evolution in flowering plants: micro- and macroevolutionary approaches. *Acta Botanica Neerlandica* 44: 385-402.
- BARRETT, S.C.H. 1996. The reproductive biology and genetics of islands plants. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B* 351: 725-733.
- BARRETT, S.C.H. 1998. The evolution of mating strategies in flowering plants. *Trends in Plant Science* 3: 335-341.
- BARRETT, S.C.H. 2002. The evolution of plant sexual diversity. *Nature Reviews Genetics* 3: 274-284.
- BARRETT, S.C.H. 2003. Mating strategies in flowering plants: the outcrossing – selfing paradigm and beyond. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B* 358: 991-1004.
- BARRETT, S.C.H. 2008. Major evolutionary transitions in flowering plant reproduction: an overview. *Int. J. PLant. Sci* 169 (1): 1-5.
- BARRETT, S.C.H. 2010a. Understanding plant reproductive diversity. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B* 365: 99-109.
- BARRETT, S.C.H. 2010b. Darwin's legacy: the forms, function and sexual diversity of flowers. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B* 365: 351-368.
- BARRETT, S.C.H., 2011. Why Reproductive Systems Matter for the Invasion Biology of Plants. In D.M. Richardson (Ed), *Fifty Years of Invasion Ecology: The Legacy of Charles Elton*: 195-210. Blackwell Publishing Ltd. Oxford, UK.
- BARRETT, S.C.H. 2013. The evolution of plant reproductive systems: how often are transitions irreversible? *Proc. R. Soc. B.* 280 (1765): 1-9.
- BARRETT, S.C.H. 2014. Evolution of Mating Systems: Outcrossing versus Selfing. In *The Princeton Guide to Evolution*. J. Losos (ed): 356-362. New Jersey: University Press, Princeton. Princeton.
- BARRETT, S.C.H. 2015. Foundations of invasion genetics: The Baker and Stebbins legacy. *Mol Ecol.* 24(9):1927-1941. doi: 10.1111/mec.13014.
- BARRETT, S.C.H. & L.D. HARDER. 1996. Ecology and evolution of plant mating. *Trends in Ecology & Evolution* 11 (2): 73-79.
- BARRETT, S.C.H., L.D. HARDER & A.C. WORLEY. 1997. The comparative biology of pollination and mating in flowering plants. In *Plant Life Histories: Ecology, Phylogeny and Evolution*, Silvertown, J., Franco M. & Harper J.L. (eds): 57-76. Cambridge University Press. U.K.
- BARRETT, S.C.H., R.I. COLAUTTI & C.G. ECKERT. 2008. Plant reproductive systems and evolution during biological invasion. *Molecular Ecology* 17: 373-383.
- BAWA, K.S. 1977. The reproductive biology of *Cupania guatemalensis* Radlk. (Sapindaceae). *Evolution* 31 (1): 52-63.
- BAWA, K.S. 1980. Evolution of dioecy in flowering plants. *Annu.Rev.Ecol.Syst.* 11: 15-39.

- BENEVIDES, C.R., I.V.N. HADDA, N.P. BARREIRA, A.T. de A. RODARTE, L. GALLETO, L.D.R. de SANTIAGO-FERNANDES & H.A. de LIMA. 2013. *Maytenus obtusifolia* Mart. (Celastraceae): a tropical woody species in a transitional evolutionary stage of the gynodioecy – dioecy pathway. *Plant Systematics and Evolution*. 299: 1693-1707.
- BENTON, M.J. 2009. The red queen and the court jester: species diversity and the role of biotic and abiotic factors through time. *Science* 323: 728-732.
- BERNARDELLO, G., G.J. ANDERSON, T.F. STUESSY & D.J. CRAWFORD. 2001. A survey of floral traits, breeding system, floral visitors and pollination systems of the Angiosperms of the Juan Fernández Islands (Chile). *The Botanical Review* 67 (3): 255-308.
- BILLIARD, S., L. HUSSE, P. LEPERCQ, C. GODÉ, A. BOURCEAUX, J. LEPART, P. VERNET & P. SAUMITOU-LAPRADE. 2015. Selfish male-determining element favors the transition from hermaphroditism to androdioecy. *Evolution* 69 (3): 683-693.
- BINGGELI, P., J.B. HALL & J.R. HEALEY. 1997. An Overview of Invasive Woody Plants in the Tropics. School of Agricultural and Forest Sciences Publication, 13: 64-65, University of Wales, Bangor, UK.
- BLACKMORE, S. 2007. Pollen and spores: Microscopic keys to understanding the earth's biodiversity. *Plant Systematics and Evolution* 263 (1-2): 3-12.
- BLACKMORE, S. & FERGUSON, I.K. (Eds). 1986. *Pollen and Spores: Form and Function*. Linnean Society of London. Academic Press. London.
- BLACKMORE, S. & BARNES, S.H. (Eds). 1991. *Pollen and Spores. Patterns of Diversification*. Systematics Association. Clarendon Press. Oxford.
- BOKHARI, M.H. 1972. A brief review of stigma and pollen types in *Acantholimon* and *Limonium*. *Royal Bot. Gard. Edimb.* 32 (1): 79-84.
- BÖHLE, U.R., H.H. HILGER & W.F. MARTIN. 1996. Island colonization and evolution of the insular woody habit in *Echium* L. (Boraginaceae). *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 93: 11740-11745.
- BORGEN, L. 1970. Chromosome numbers of Macaronesian flowering plants. *Nytt. Mag. Bot.* 17: 145-161.
- BORGES, R.M., H. SOMNATHAN & S. MALI. 1997. Alternations of sexes in a deciduous tree: temporal dioecy in *Bridelia retusa*. *Current Science* 72 (12): 940-944.
- BRANDVAIN, Y., M.S. BARKER & M.J. WADE. 2007. Gene co-inheritance and gene transfer. *Science* 315: 1685.
- BRAMWELL, D., 1971. *Studies in the Flora of the Canary Islands*. Tesis Doctoral. Department of Botany. University of Reading. Reading, 555 pp.
- BRAMWELL, D., 1972a. A revision of the genus *Echium* in Macaronesia. *Lagascalia* 2 (1): 37-115.
- BRAMWELL, D. 1972b. Breeding systems in Canary Island *Echium* species. *International Organization of Plant Biosystematics Newsletter* 6: 2-9.
- BRAMWELL, D. 1975. Some morphological aspects of the adaptive radiation of Canary Islands *Echium* species. *Anales del Instituto Botánico A. J. Cavanilles* 32 (2): 241-254.

- BRAMWELL, D. 1986. Contribución a la biogeografía de las islas Canarias. *Botánica Macaronésica* 14: 3-34.
- BRAMWELL, D., C.J. HUMPHRIES, B.G. MURRAY & S.J. OWENS. 1972. Chromosome studies in the Flora of Macaronesia. *Bot. Notiser* 125: 139-152.
- BRENNAN, A.C., D.A. TABAH, S.A. HARRIS & S.J. HISCOCK. 2011. Sporophytic self-incompatibility in *Senecio squalidus* (Asteraceae): S allele dominance interactions and modifiers of cross-compatibility and selfing rates. *Heredity* 106: 113-123.
- BROCHMANN, C., L. BORGEN & O.E. STABBETORP. 2000. Multiple diploid hybrid speciation of the Canary Island endemic *Argyranthemum sundingii* (Asteraceae). *Plant Syst. Evol.* 220: 77-92.
- BYERS, D.L. & T.R. MEAGHER. 1992. Mate availability in small populations of plant species with homomorphic sporophytic self-incompatibility. *Heredity* 68: 353-359.
- CARLQUIST, S. 1966. The biota of long-distance dispersal. IV. Genetic systems in the floras of oceanic islands. *Evolution* 20 (4): 433-455.
- CARLQUIST, S. 1974. *Island Biology*. Columbia University Press. New York.
- CAPPELLARI, S.C., H. SCHAEFER & C.C. DAVIS. 2013. Evolution: Pollen or Pollinators. Which Came First? *Current Biology* 23 (8): R316.
- CARR, D.E. 2013. A multidimensional approach to understanding floral function and form. *American Journal of Botany* 100 (6): 1102-1104.
- CARR, G.D., E.A. POWELL & D.W. KYHOS. 1986. Self-incompatibility in the Hawaiian Madiinae (Compositae): an exception to Baker's rule. *Evolution* 40 (2): 430-434.
- CARRACEDO, J.C. 2013. Unique geological values of Mt. Teide as the basis of its inclusion on the World Heritage List. *Seminarios de la Sociedad Española de Mineralogía* 10: 36-46.
- CASTRIC, V. & X. VEKEMANS. 2004. Plant self-incompatibility in natural populations: a critical assessment of recent theoretical and empirical advances. *Molecular Ecology* 13: 2873-2889.
- CASTRIC, V., S. BILLIARD & X. VEKEMANS. 2014. Trait Transitions in Explicit Ecological and Genomic Contexts: Plant Mating Systems as Case Studies. In C.R. Landry & N. Aubin-Horth (Eds), *Ecological Genomics: Ecology and the Evolution of Genes and Genomes, Advances in Experimental Medicine and Biology*: 7-36. Springer Science Business Media. Dordrecht.
- CAUJAPÉ- CASTELLS, J. 2011. Jesters, red queens, boomerangs and surfers: a molecular outlook on the diversity of the Canarian endemic flora. In Bramwell & Caujapé-Castells (Eds.), *The Biology of Island Floras*: 284-324. Cambridge University Press. Cambridge.
- CAUJAPÉ-CASTELLS, J., C. GARCÍA-VERDUGO, A. MARRERO-RODRÍGUEZ, J.M. FERNÁNDEZ-PALACIOS, D. J. CRAWFORD & M.E. MORT. 2017. Island ontogenies, syngameons, and the origins and evolution of genetic diversity in the Canarian endemic flora. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 27: 9-22.
- CHANDERBALI, A.S., M.J. YOO, L.M. ZAHN, S.F. BROCKINGTON, P.K. WALL, M.A. GITZENDANNER, V.A. ALBERT, J. LEEBENS-MACK, N.S. ALTMAN, H. MA, C.W. PAMPHILIS, D.E. SOLTIS & P.S. SOLTIS. 2010. Conservation and cana-

- lization of gene expression during angiosperm diversification accompany the origin and evolution of the flower. *PNAS* 107 (52): 22570-22575.
- CHAPMAN, M.A. & J.M. BURKE. 2007. Genetic divergence and hybrid speciation. *Evolution* 61 (7): 1773-1780.
- CHARLESWORTH, D. 1984. Androdioecy and the evolution of dioecy. *Biological Journal of the Linnean Society* 23: 333-348.
- CHARLESWORTH, D. 1999. Theories of the evolution of dioecy. In Geber M.A., Dawson T.E. & Delph L.F. (Eds) *Gender and Sexual Dimorphism in Flowering Plants*: 33-60. Springer-Verlag. Heidelberg, Berlin. Germany.
- CHARLESWORTH, D. 2006. Evolution of plant breeding systems. *Current Biology* 16: R726-R735.
- CHARLESWORTH, D. 2015. Plant contributions to our understanding of sex chromosome evolution. *New Phytologist* 208: 52-65.
- CHARLESWORTH, D. 2016. Plant Sex Chromosomes. *Annu. Rev. Plant Biol.* 67:397-420.
- CHARLESWORTH, D. & Z. YANG. 1998. Allozyme diversity in *Leavenworthia* populations with different inbreeding levels. *Heredity* 81: 453-461.
- CHARLESWORTH, D., VEKEMANS, X, V. CASTRIC & S. GLÉMIN. 2005. Plant self-incompatibility systems: a molecular evolutionary perspective. *New Phytologist* 168 (1): 61-69.
- CHEPTOU, P. O. 2012. Clarifying Baker's Law. *Annals of Botany* 109: 633-641.
- CLARK-TAPIA, R. & F. MOLINA-FREANER. 2003. The genetic structure of a columnar cactus with a disjunct distribution: *Stenocereus gummosus* in the Sonoran desert. *Heredity* 90: 443-450.
- CRAWFORD, D.J., E. RUIZ, T.F. STUESSY, E. TEPE, P. AQEVEQUE, F. GONZALES, R.J. JENSEN, G.J. ANDERSON, G. BERNARDELLO, C.M. BAEZA, U. SWENSON & O.M. SILVA. 2001. Allozyme diversity in endemic flowering plant species of the Juan Fernandez Archipelago, Chile: ecological and historical factors with implications for conservation. *Amer. J. Bot.* 88 (12): 2195-2203.
- CRAWFORD, D.J., J.K. ARCHIBALD, D. STOERMER, M.E. MORT, J.K. KELLY & A. SANTOS-GUERRA. 2008. A test of Baker's law: breeding systems and the radiation of *Tolpis* (Asteraceae) in the Canary Islands. *Int. J. Plant Sci.* 196 (6): 782-791.
- CRAWFORD, D.J., T.K. LOWREY, G.J. ANDERSON, G. BERNARDELLO, A. SANTOS GUERRA & T.F. STUESSY. 2009. Genetic diversity in Asteraceae endemic to oceanic islands: Baker's Law and polyploidy. in *Systematic evolution and biogeography of Compositae*. Funk VA, Susanna A, Stuessy T, Bayer R (eds): 139-151. IAPT. Viena.
- CRAWFORD, D.J., J.K. ARCHIBALD, J.K. KELLY, M.E. MORT & A. SANTOS-GUERRA. 2010. Mixed mating in the 'obligately outcrossing' *Tolpis* (Asteraceae) of the Canary Islands. *Plant Species Biology* 25: 114-119.
- CRAWFORD, D.J., G.J. ANDERSON & G. BERNARDELLO. 2011. The reproductive biology of island plants. In *Biology Island Plant*. D. Bramwell & J. Caujapé-Castells (eds): 11-36. Cambridge University Press. UK.
- CRAWFORD, D.J., G.J. ANDERSON, L. BORGES SILVA, M. MENEZES DE SEQUEIRA, M. MOURA, A. SANTOS-GUERRA, J.K. KELLY & M.E. MORT. 2015.

- Breeding systems in *Tolpis* (Asteraceae) in the Macaronesian islands: the Azores, Madeira and the Canaries. *Plant Syst Evol* 301: 1981-1993.
- CRAWFORD, D.J., D.P. HAUBER, L.B. SILVA, M.M. SEQUEIRA, M. MOURA, A. SANTOS-GUERRA, J.K. KELLY, M.J.S. GIBSON & M.E. MORT. 2016. Breeding and mating systems, and breeding relationships in Macaronesian *Tolpis*: Applications to the conservation of diversity. In: R. Gabriel, R.B. Elias, I.R. Amorim & P.A.V. Borges (Eds): 237-238. Conference program and abstracts of the 2nd International Conference on Island Evolution, Ecology and Conservation: Island Biology 2016, 18-22 July 2016, Angra do Heroísmo, Azores, Portugal. *Arquipelago*. Life and Marine Sciences. Supplement 9.
- CREPET, W.L. & K.J. NIKLAS. 2009. Darwin's second 'abominable mystery': Why are there so many angiosperm species? *American Journal of Botany* 96 (1): 366-381.
- CRUDEN, R.W. 1977. Pollen-Ovule ratios: a conservative indicator of breeding systems in flowering plants. *Evolution* 31 (1): 32-46.
- CRUDEN, R.W. 1988. Temporal dioecism: systematic breadth, associated traits, and temporal patterns. *Botanical Gazette* 149 (1): 1-15.
- CUBAS, P., C. PARDO & H. TAHIRI. 2002. Molecular approach to the phylogeny and systematics of *Cytisus* (Leguminosae) and related genera based on nucleotide sequences of nrDNA (ITS region) and cpDNA (*trnL-trnF* intergenic spacer). *Plant Systematics and Evolution*. 233: 223-242.
- DAJOZ, I., I. TILL-BOTTRAUD & P.H. GOUYON. 1991. Evolution of Pollen Morphology. *Science* 253: 66-68.
- DAJOZ, I., A. MIGNOT, C. HOSS & I. TILL-BOTTRAUD. 1995. Pollen aperture heteromorphism is not due to unreduced gametophytes. *American Journal of Botany* 82 (1): 104-111.
- DAMERVAL, C. & S. NADOT. 2007. Evolution of perianth and stamen characteristics with respect to floral symmetry in Ranunculales. *Annals of Botany* 100: 631-640.
- DARWIN, C. 1876 *The effects of cross and self fertilisation in the vegetable kingdom*. John Murray. London.
- DARWIN, C. 1877. *The different forms of flowers on plants of the same species*. John Murray. London.
- DELPH, L. F. 2003. Sexual dimorphism in gender plasticity and its consequences for breeding system evolution. *Evolution & Development* 5 (1): 34-39.
- DELPH, L.F. & D.E. WOLF. 2005. Evolutionary consequences of gender plasticity in genetically dimorphic breeding systems. *New Phytologist* 166: 119-128.
- De JONG, P.C. 1976. Flowering and sex expression in *Acer* L. A biosystematic study. *Mededelingen Landbouwhogeschool*. Wageningen 76 (2): 1-201.
- De LIMA H.A., G.V. SOMNER & A.M. GIULIETTI. 2016. Duodichogamy and sex lability in Sapindaceae: the case of *Paullinia weinmanniifolia*. *Plant. Syst. Evol.* 302: 109-120.
- De NASCIMENTO, L., K. J. WILLIS, J. M. FERNÁNDEZ-PALACIOS, C. CRIADO & R.J. WHITTAKER. 2009. The long-term ecology of the lost forests of La Laguna, Tenerife (Canary Islands). *Journal of Biogeography* 36: 499-514.

- De NETTANCOURT, D. 2001. *Incompatibility and incongruity in wild and cultivated plants*. Springer-Verlag. Germany.
- DENK, T., T.H. GÜNER & G.W. GRIMM. 2014. From mesic to arid: Leaf epidermal features suggest preadaptation in Miocene dragon trees (*Dracaena*). *Review of Palaeobotany and Palynology* 200: 211-228.
- DER, J.P. & D.L. NICKRENT. 2008. A Molecular Phylogeny of Santalaceae (Santalales). *Systematic Botany* 33: 107-116.
- DÍAZ- LUIS, N., 2017. Estudio de la biología reproductiva de la retama del Teide (*Spartocytisus supranubius*) y efectos de la abeja doméstica (*Apis mellifera*) en su conservación. Trabajo de fin de Máster. Marzo, 2017. Universidad de La Laguna.
- DÍAZ- LUIS, N., M. LÓPEZ DARIAS, O. FERNÁNDEZ-PALACIOS, J. PÉREZ DE PAZ, M. DEL ARCO & J.M. GONZÁLEZ-MANCEBO. 2016. Detección de auto-incompatibilidad de la retama del Teide (Cruces experimentales). Memoria 3 Final del Proyecto del Parque Nacional del Teide *Estudio de la Biología Reproductiva de la retama del Teide (Spartocytisus supranubius). Efectos de la abeja doméstica (Apis mellifera)*. Diciembre 2016.
- DIGGLE, P.K., V.S. DI STILIO, A.R. GSCHWEND, E.M. GOLENBERG, R.C. MOORE, J.R.W. RUSSELL & J.P. SINCLAIR. 2011. Multiple developmental processes underlie sex differentiation in angiosperms. *Trends in Genetics* 27 (9): 368-376.
- DOMMÉE, B., A. GESLOT, J.D. THOMSON, M. REILLE & N. DENELLE. 1999. Androdioecy in the entomophilous tree *Fraxinus ornus* (Oleaceae). *New Phytologist* 143 (2): 419-426.
- DOMMÉE, B., A. BIASCAMANO, N. DENELLE, J.L. BOMPAR & J.D. THOMPSON. 1995. Sexual tetramorphism in *Thymelaea hirsuta* (Thymelaeaceae): morph ratios in open-pollinated progeny. *American Journal of Botany* 82, no. 6: 734-740.
- DORKEN, M.E. 2010. Sex ratio variation in gynodioecious species of *Echium* endemic to the Canary Islands. *Botany* 88: 211-216.
- DOYLE, J.A., 2005. Early evolution of angiosperm pollen as inferred from molecular and morphological phylogenetic analyses. *Grana* 44: 227-251.
- DOYLE, J.A., 2008. Integrating molecular phylogenetic and paleobotanical evidence on origin of the flower. *Int. J. PLant. Sci.* 169: 816-843.
- DOYLE, J.A. 2012. Molecular and fossil evidence on the origin of Angiosperms. *Annu. Rev. Earth Planet. Sci.* 40: 301-326.
- DOYLE, J.A. 2015. Recognising angiosperm clades in the Early Cretaceous fossil record. *Hist. Biol.* 27: 414-429.
- DOYLE, J.A. & ENDRESS, P.K., 2014. Integrating Early Cretaceous fossils into the phylogeny of living angiosperms: ANITA lines and relatives of Chloranthaceae. *Int. J. Plant Sci.* 175: 555-600.
- DUDASH, M.R. & C.J. MURREN. 2008. The influence of breeding systems and mating systems on conservation genetics and conservation decisions. In *Conservation Biology: Evolution in Action*, Carroll, S.C. & C.W. Fox (Eds): 68-80. Oxford University Press. UK.

- DUFAY, M., P. TOUZET, S. MAURICE & J. CUGUEN. 2007. Modelling the maintenance of male-fertile cytoplasm in a gynodioecious population. *Heredity* 99 (3): 349-356.
- DUFAY, M., P. CHAMPELOVIER, J. KÄFER, J. P. HENRY, S. MOUSSET & G.A. B. MARAIS. 2014. An angiosperm-wide analysis of the gynodioecy – dioecy pathway. *Annals of Botany* 114 (3): 539-548.
- DUMINIL, J., O.J. HARDY & R.J. PETIT. 2009. Plant traits correlated with generation time directly affect inbreeding depression and mating system and indirectly genetic structure. *BMC Evolutionary Biology* 9: 177-190.
- DUMINIL, J., S. FINESCHI, A. HAMPE, P. JORDANO, D. SALVINI, G.G. VENDRAMIN & R.J. PETIT. 2007. Can population genetic structure be predicted from life-history traits? *The American Naturalist* 169 (5): 662-672.
- DUPONT, Y.L. & C. SKOV. 2004. Influence of geographical distribution and floral traits on species richness of bees (Hymenoptera: Apoideae) visiting *Echium* species (Boraginaceae) of the Canary Islands. *Int. J. Plant Sci.* 165 (3): 377-386.
- DURÁN, I., J. CAUJAPÉ-CASTELLS, A. MARRERO & C. GARCÍA-VERDUGO. 2017. Análisis filogeográfico del género *Dracaena* en Macaronesia, in *VIII Congreso de Biología de la Conservación de Plantas, Ciudad Universitaria, Madrid 4-7 de Julio*. Libro de Resúmenes: 114. SEBICOP. Madrid.
- EHRENDORFER, F. 1979. Reproductive Biology in Island Plants. In D. Bramwell (Ed), *Plants and Island*: 293-306. Academic Press. London.
- ENDRESS, P. K. 1996. Diversity and evolutionary trends in angiosperm anthers. In W. G. D'Arcy & Keating R.C. (Eds), *The anther: form, function and phylogeny*: 92-110. Cambridge University Press. Cambridge.
- ENDRESS, P. K. 2003. Morphology and Angiosperm Systematics in the Molecular Era. *The Botanical Review* 68 (4): 545-570.
- ENDRESS, P.K. 2010. The evolution of floral biology in basal angiosperms. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B* 365: 411-421.
- ENDRESS, P.K., 2011. Evolutionary diversification of the flowers in Angiosperms. *American Journal of Botany* 98 (3): 370-396.
- ENDRESS, P.K. & J.A. DOYLE. 2009. Reconstructing the ancestral angiosperm flower and its initial specializations. *American Journal of Botany* 96 (1): 22-66.
- ENDRESS, P. K. & J. A. DOYLE. 2015. Ancestral traits and specializations in the flowers of the basal grade of living angiosperms. *Taxon* 64: 1093-1116.
- ENDRESS, P.K. & L.D. HUFFORD. 1989. The diversity of stamen structures and dehiscence patterns among Magnoliidae. *Botanical Journal of the Linnean Society* 100: 45-85.
- ENDRESS, P.K. & A. IGERSCHEIM. 1999. Gynoecium diversity and systematics in basal eudicots. *Botanical Journal of the Linnean Society* 130 (4): 305-393.
- ENDRESS, P. K., & A. IGERSCHEIM, 2000a. Gynoecium structure and evolution in basal angiosperms. *Int. J. Plant Sci.* 161(6 Suppl.): S211-S223.
- ENDRESS, P.K., & A. IGERSCHEIM, 2000b. The reproductive structures of the Basal Angiosperm *Amborella trichopoda* (Amborellaceae). *Int. J. Plant Sci.* 161(6): S237-S248.



- ERBAR, C. & P. LEINS. 2015. Diversity of styles and mechanisms of secondary pollen presentation in basal Asteraceae. New insights in phylogeny and function. *Flora* 217: 109-130.
- ERDTMAN, G. 1969. *Handbook of Palynology. Morphology, Taxonomy, Ecology*. Munksgaard, Estocolmo.
- ERDTMAN, G. 1971. *Pollen morphology and plant taxonomy Angiosperms. An introduction to Palynology*. Almqvist & Wiksell, 2<sup>a</sup> edition. New York.
- FEBLES, R. 1989. Estudios en la flora macaronésica: algunos números de cromosomas. VI. *Botánica Macaronésica* 17: 57-76.
- FEBLES, R. & E. PÉREZ-RODRÍGUEZ. 2004. Análisis cariotípico de *Limonium* Mill. sección Pteroclados Boiss. subsección Nobiles Boiss (Plumbaginaceae). *Botánica Macaronésica* 25: 79-94.
- FERGUSON, I.K. & J. MULLER (eds.), 1976. *The evolutionary significance of the exine*. Linnean Society of London. Academic Press. London.
- FERNÁNDEZ-MAZUECOS, M. & P. VARGAS. 2011. Genetically depauperate in the continent but rich in oceanic Islands: *Cistus monspeliensis* (Cistaceae) in the Canary Islands. *PLoS One* 6 (2): e17172 (1-10).
- FERNÁNDEZ-PALACIOS, J.M., L. De NASCIMENTO, R. OTTO, J.D. DELGADO, E. GARCÍA DEL REY, J.R. ARÉVALO & R.J. WHITTAKER. 2011. A reconstruction of Palaeo-Macaronesia, with particular reference to the long-term biogeography of the Atlantic island laurel forests. *Journal of Biogeography* 38: 226-246.
- FERNÁNDEZ-PALACIOS, O. 2010. Biodiversidad morfológico-reproductiva y genética del género endémico canario *Parolinia* Webb (Brassicaceae), 716 pp. Tesis Doctoral. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.
- FERNÁNDEZ-PALACIOS, O. 2015. Estudio y ejecución de cruces y polinizaciones experimentales para la detección de auto-incompatibilidad y estudio del éxito reproductivo en la especie *Limonium dendroides*. Informe interno, Proyecto Feder *Actuaciones en especies con Planes de Recuperación aprobados o redactados del CEAC o prioritarias para Europa y Red Natura 2000*. Gobierno Autónomo Canario.
- FERNÁNDEZ-PALACIOS, O., J. PÉREZ DE PAZ, R. FEBLES & J. CAUJAPÉ-CASTELLS. 2007. Duplicaciones y diversidad genética de *Parolinia ornata* (Brassicaceae: Matthioleae) endemismo de Gran Canaria en relación a dos congéneres más restringidos y otros taxones isleños y continentales. *Botánica Macaronésica* 26 (2006): 19-54.
- FERNÁNDEZ-PALACIOS, O., F. OLIVA, J. PÉREZ DE PAZ, R. FEBLES, A. ROCA, J. GARCÍA & A. RAMOS. 2015. Determinación de auto-incompatibilidad en *Lotus kunkelii* (yerbamuda de Jinámar) y su incidencia en el Plan de Recuperación. III Reunión Técnica para el Seguimiento del Plan de Recuperación del Pico de Fuego (*Lotus pyranthus*) y Pico Cernícalo (*Lotus eremiticus*). Breña Baja, 28-30 de abril. Libro de Resúmenes: 2. La Palma.
- FERNÁNDEZ-PALACIOS, O., F. OLIVA, J. PÉREZ DE PAZ, R. FEBLES, A. ROCA, J. GARCÍA & A. RAMOS. 2017. Autoincompatibilidad tardía en *Lotus kunkelii* (la yerbamuda de Jinámar) y su incidencia en el plan de recuperación, in *VIII Congreso de Bio-*

- logía de la Conservación de Plantas, Ciudad Universitaria, Madrid 4-7 de Julio. Libro de Resúmenes: 32-33. SEBICOP. Madrid.*
- FERREIRA, R.C., R. PIREDDA, F. BAGNOLI, R. BELLAROSA, M. ATTIMONELLI, S. FINESCHI, B. SCHIRONE & M.C. SIMEONE. 2011. Phylogeography and conservation perspectives of an endangered macaronesian endemic: *Picconia azorica* (Tutin) Knobl. (Oleaceae). *Eur. J. Forest Res.* 130: 181-195.
- FERRER, M.M. & S.V. GOOD. 2012. Self-sterility in flowering plants: preventing self-fertilization increases family diversification rates. *Annals of Botany* 110: 535-553.
- FIELD, D.L & S.C.H. BARRETT. 2012. Disassortative mating and the maintenance of sexual polymorphism in painted maple. *Molecular Ecology* 21: 3640-3643.
- FJELLHEIM, S., M.H. JØRGENSEN, M. KJOS & L. BORGES. 2009. A molecular study of hybridization and homoploid hybrid speciation in *Argyranthemum* (Asteraceae) on Tenerife, the Canary Islands. *Botanical Journal of the Linnean Society* 159, no. (1): 19-31.
- FLOYD, S. K., & W. E. FRIEDMAN. 2000. Evolution of endosperm developmental patterns among basal flowering plants. *Int. J. Plant Sci.* 161(6. Suppl.): S57-S81.
- FOREST, F, & MANNING, J.C. 2013. Santalaceae. The minor genera *Kunkeliella* and *Thesidium* included in *Thesium*. *Bothalia* 43 (2): 214-216.
- FRANCISCO-ORTEGA, J., D.J. CRAWFORD, A. SANTOS-GUERRA & R.K. JANSEN. 1997a. Origin and Evolution of *Argyranthemum* (Asteraceae-Anthemideae) in Macaronesia. In *Molecular Evolution and Adaptive Radiation*. T. J. Givnish & K.J. Sytsma (Eds): 407-431. Cambridge University Press. USA.
- FRANCISCO-ORTEGA, J., A. SANTOS-GUERRA, A. HINES & R.K. JANSEN. 1997b. Molecular evidence for a Mediterranean origin of the Macaronesian endemic genus *Argyranthemum*. *American Journal of Botany* 84 (11): 1595-1613.
- FRANCISCO-ORTEGA, J., A. SANTOS-GUERRA, S.C. KIM & D.J. CRAWFORD. 2000. Plant genetic diversity in the Canary Islands: a conservation perspective. *American Journal of Botany* 87 (7): 909-919.
- FRANKLIN-TONG, V.E. (ed.). 2008. *Self-Incompatibility in Flowering Plants. Evolution, Diversity, and Mechanisms*. Springer-Verlag Heidelberg, Berlin.
- FRANKHAM, R. 1997. Do island populations have less genetic variation than mainland populations? *Heredity* 78: 311-327.
- FRANKHAM, R. 1998. Inbreeding and extinction: island populations. *Conservation Biology* 12 (3): 665-675.
- FRANKHAM, R. 2003. Genetics and conservation biology. *C. R. Biologies* 326: S22-S29.
- FRANKHAM, R. 2010. Where are we in conservation genetics and where do we need to go? *Conserv Genet*, 11: 661-663.
- FREEMAN, D.C., J. LOVETT-DOUST, A. EL-KEBLAWY, K.J. MIGLIA & E.D. MCARTHUR. 1997. Sexual specialization and inbreeding avoidance in the evolution of dioecy. *The Botanical Review* 63: 65-92.
- FRIEDMAN, W.E. 1994. The evolution of embryogeny in seed plants and the developmental origin and early history of endosperm. *Amer. J. Bot.* 81 (11): 1468-1486.
- FRIEDMAN, W.E., 2009. The meaning of Darwin's 'abominable mystery'. *American Journal of Botany* 96 (1): 5-21.

- FRIEDMAN, W.E., & S.K. FLOYD. 2001. The origin of flowering plants and their reproductive biology- a tale of two phylogenies. *Evolution* 55 (2): 217-231.
- FRIEDMAN, W.E., E.N. MADRID & J.H. WILLIAMS, 2008. Origin of the fittest and survival of the fittest: relating female gametophyte development to endosperm genetics. *Int. J. Plant. Sci* 169 (1): 79-92.
- FRIIS, E.M., PEDERSEN, K.R., CRANE, P.R., 2006. Cretaceous angiosperm flowers: innovation and evolution in plant reproduction. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 232: 251-293.
- FRIIS, E.M., K.R. PEDERSEN & P.R. CRANE, 2010. Diversity in obscurity: fossil flowers and the early history of angiosperms. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B.* 365: 369-382.
- FUKUHARA, T. & S. TOKUMARU. 2014. Inflorescence dimorphism, heterodichogamy and thrips pollination in *Platycarya strobilacea* (Juglandaceae). *Annals of Botany* 113: 467-476.
- FURNESS, C.A. & P.J. RUDALL. 1999. Inaperturate pollen in monocotyledons. *Int. J. Plant Sci.* 160 (2): 395-414.
- GARCÍA-VERDUGO, C., B.G. BALDWIN, M.F. FAY & J. CAUJAPÉ-CASTELLS. 2014. Life history traits and patterns of diversification in oceanic archipelagos: a meta-analysis. *Botanical Journal of the Linnean Society* 174 (3): 334-348.
- GAVRILETS, S. & J.B. LOSOS. 2009. Adaptive Radiation: Contrasting theory with data. *Science* 323: 732-737.
- GIBBS, P.E. 1988. Self- Incompatibility mechanisms in flowering plants: some complications and clarifications. *Lagasalia* 15: 17-28.
- GIBBS, P.E. 2014. Late-acting self-incompatibility. The pariah breeding system in flowering plants. *New Phytologist* 203: 717-734.
- GIBBS, P.E., & M.B. BIANCHI. 1999. Does late-acting self-incompatibility (LSI) show family clustering? Two more species of Bignoniaceae with LSI: *Dolichandra cyanchoides* and *Tabebuia nodosa*. *Annals of Botany* 84: 449-457.
- GIRÁLDEZ, X. on line. *Ruscus* L. In *Flora Iberica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares*. Vol. XX. Real Jardín Botánico, CSIC. Madrid.
- GITZENDANNER, M.A. & SOLTIS. P.S. 2000. Patterns of genetic variation in rare, and widespread plant congeners. *Amer. J. Bot.* 87 (6): 783-792.
- GIVNISH, T.J. 2010. Ecology of plant speciation. *Taxon* 59 (5): 1326-1366.
- GIVNISH, T.J. 2015. Adaptive radiation versus radiation and explosive diversification: why conceptual distinctions are fundamental to understanding evolution. *New Phytol.* 207: 297-303.
- GLEISER, G. & M. VERDÚ. 2005. Repeated evolution of dioecy from androdioecy in *Acer*. *New Phytologist* 165 (2): 633-640.
- GLEISER, G., M. VERDÚ, J.G. SEGARRA-MORAGUES, S.C. GONZÁLEZ-MARTÍNEZ & J.R. PANNELL. 2008. Disassortative mating, sexual specialization, and the evolution of gender dimorphism in heterodichogamous *Acer opalus*. *Evolution* 62 (7): 1676-1688.
- GOLENBERG, E.M. & N.W. WEST. 2013. Hormonal interactions and gene regulation can link monoecy and environmental plasticity to the evolution of dioecy in plants. *American Journal of Botany* 100 (6): 1022-1037.

- GOLDBERG, E.E., J.R. KOHN, R. LANDE, K.A. ROBERTSON, S.A. SMITH & B. IGIC. 2010. Species selection maintains self-incompatibility. *Science* 330: 493-495.
- GONZÁLEZ PÉREZ, M.A., P.A. SOSA, E. RIVERO, E.A. GONZÁLEZ-GONZÁLEZ & A. NARANJO. 2009. Molecular markers reveal no genetic differentiation between *Myrica rivas-martinezii* and *M. faya* (Myricaceae). *Annals of Botany* 103 (1): 79-86.
- GOODWILLIE, C., S. KALISZ & C.G. ECKERT. 2005. The evolutionary enigma of mixed mating systems in plants: occurrence, theoretical explanations, and empirical evidence. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 36: 47-79.
- GRANT, V. 1971. *Plant Speciation*. Columbia University Press. London.
- GREIZERSTEIN, E.J., G.C. GIBERTI & L. POGGIO. 2004. Cytogenetic studies of Southern South-American *Ilex*. *Caryologia* 57 (1): 19-23.
- GROSSENBACHER, D.L., Y. BRANDVAIN, J.R. AULD, M. BURD, P.O. CHEPTOU, J.K. CONNER, A.G. GRANT, S.M. HOVICK, J.R. PANNELL, A. PAUW, T. PETANIDOU, A.M. RANDLE, R. RUBIO DE CASAS, J. VAMOSI, A. WINN, B. IGIC, J.W. BUSCH, S. KALISZ & E.E. GOLDBERG. 2017. Self-compatibility is over-represented on islands. *New Phytol.* 215 (1): 469-478.
- GUO, S.-Q., M. XIONG, C.-F. JI, Z.-R. ZHANG, D.-Z. LI & Z.-Y. ZHANG. 2011. Molecular phylogenetic reconstruction of *Osmanthus* Lour. (Oleaceae) and related genera based on three chloroplast intergenic spacers. *Plant Systematics and Evolution* 294: 57-64.
- HALADA, L. & O. ERDELSKÁ. 2005. Reproductive biology of *Ruscus hypoglossum* L. in Slovakia. *Acta Biologica Cracoviensia* 47 (1): 213-217.
- HAMRICK, J. L., Y. B. LINHART & J.B. MITTON. 1979. Relationships between life history characteristics and electrophoretically detectable genetic variation in plants. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 10: 173-200.
- HAMRICK, J.L. & M.J.W. GODT. 1996. Conservation Genetic of Endemic Plant Species, in *Conservation Genetic: Case Histories from Nature*, Avise J.C. & J.L. Hamrick (eds): 281-304. Chapman & Hall. Madrid, London, Paris, New York.
- HAO, R.M., H.B. ZHAO, J.H. WANG & L.H. ZHOU. 2011. Observation and study on breeding system of wild *Osmanthus fragrans*. *Journal of Plant Resources and Environment* 20: 17-24.
- HARLEY, M.M., MORTON, C.M. & BLACKMORE S. (Eds). 2000. *Pollen and Spores: Morphology and Biology*. Kew. Great Britain.
- HELENURM, K., R. WEST & S. J BURCKHALTER. 2005. Allozyme variation in the endangered insular endemic *Castilleja grisea*. *Annals of Botany* 95 (7): 1221-1227.
- HENDERSON, S. A., N. BILLOTE & J.C. PINTAUD. 2006. Genetic isolation of Cape Verde Island *Phoenix atlantica* (Arecaceae) revealed by microsatellite markers. *Conservation Genetics* 7: 213-233.
- HEREFORD, J. 2010. Does selfing or outcrossing promote local adaptation? *American Journal of Botany* 97 (2): 298-302.
- HERENDEEN, P.S., E.M. FRIIS, K.R. PEDERSEN & P.R. CRANE. 2017. Palaeobotanical redux: revisiting the age of the angiosperms. *Nature Plants* 3 (17015).

- HERRERA, C.M. 1996. Floral traits and plant adaptation to insect pollinators: a devil's advocate approach. In Lloyd, D.G. & S.C.H. Barrett (Eds), *Floral Biology. Studies on Floral Evolution in Animal-Pollinated Plants*: 65-87. Chapman & Hall. USA.
- HILEMAN, L.C., M.C. VASEY & V.T. PARKER. 2001. Phylogeny and biogeography of the Arbutioideae (Ericaceae): implications for the Madrean-Tethyan hypothesis. *Systematic Botany* 26 (1): 131-143.
- HILGER, H.H. & U.R. BÖHLE. 2000. *Pontechium*: a new genus disting from *Echium* and *Lobostemon* (Boraginaceae). *Taxon* 49: 737-746.
- HOHMANN, H., F. LA ROCHE, G. ORTEGA & J. BARQUIN. 1993. Plantas alimenticias y sus visitantes. *Abejas, avispas y hormigas de las Islas Canarias (Insecta: Hymenoptera: Aculeata)*: 591-712. Vol. Band II. Veröffentlichungen aus dem Übersee-Museum Bremen (Naturwissenschaften).
- HONG-WA, C. & G. BESNARD. 2013. Intricate patterns of phylogenetic relationships in the olive family as inferred from multi-locus plastid and nuclear DNA sequence analyses: A close-up on *Chionanthus* and *Noronhia* (Oleaceae). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 67: 367-378.
- HUGUET, V., M. GOUY, P. NORMAND, J.F. ZIMPFER & M.P. FERNÁNDEZ. 2005. Molecular phylogeny of Myricaceae: a reexamination of host – symbiont specificity. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 34 (3): 557-568.
- HUMPHRIES, C.J. 1976. A revision of the Macaronesian genus *Argyranthemum* Webb ex Schultz Bip. (Compositae-Anthemideae). *Bull. Br. Mus. nat. Hist. (Bot.)* 5: 145-240.
- HUSSE, L., S. BILLIARD, J. LEPART, P. VERNET & P. SAUMITOU-LAPRADE. 2013. A one-locus model of androdioecy with two homomorphic self-incompatibility groups: expected vs. observed male frequencies. *Journal of Evolutionary Biology* 26: 1269-1280.
- IGIC, B. & J.W. BUSCH. 2013. Is self-fertilization an evolutionary dead end? *New Phytologist* 198: 386-397.
- IGIC, B., R. LANDE & J.R. KOHN. 2008. Loss of self-incompatibility and its evolutionary consequences. *Int. J. Plant Sci.* 169 (1): 93-104.
- IRIONDO, J.M., A. ESCUDERO & M.J. ALBERT. 2008. Conservation of plant populations. Myths and Paradigms. In *Unity in diversity. Reflections of ecology after the legacy of Ramon Margalef*. Valladares F, Camacho A., Elozegi A., Gracia C., Estrada M., Senar J.C. & J.M Gili. (eds): 247-268. Fundación BBVA.
- ITO, M. 1998. Origin and evolution of endemic plants of the Bonin (Ogasawara) Islands. *Res. Popul. Ecol.* 40 (2): 205-212.
- JAÉN MOLINA, R., J. CAUJAPÉ-CASTELLS, O. FERNÁNDEZ-PALACIOS, J. PÉREZ DE PAZ, R. FEBLES & BRAMWELL. 2007. Filogenia molecular del género *Parolinia* (Brassicaceae) basada en secuencias ITS. *III Congreso de Biología de la Conservación de Plantas (Libro de Resúmenes)*. Puerto De La Cruz. Tenerife: 153.
- JORDAAN, M. 2004. *Gymnosporia harveyana*. [Www.Plantzafrica.com](http://www.Plantzafrica.com). South African National Biodiversity Institute's plant information website.
- JORDAAN, M. & A.E. VAN WYK. 1999. Systematic studies in subfamily Celastroideae (Celastraceae) in southern Africa: reinstatement of the genus *Gymnosporia*. *S. Afr. J. Bot.* 65 (2): 177-181.

- JORDAAN, M. & A.E. VAN WYK. 2006. Sectional classification of *Gymnosporia* (Celastraceae), with notes on the nomenclatural and taxonomic history of the genus. *Taxon* 55 (2): 515-525.
- JORGENSEN, T.H. & J.M. OLESEN. 2001. Adaptive radiation of island plants: evidence from *Aeonium* (Crassulaceae) of the Canary Islands. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 4 (1): 29-42.
- KÄFER, J., G.A. MARAIS & J.R. PANNELL. 2017. On the rarity of dioecy in flowering plants. *Mol Ecol.* 26 (5): 1225-1241.
- KALISZ, S., VOGLER, D.W., & K.M. HANLEY. 2004. Context-dependent autonomous self-fertilization yields reproductive assurance and mixed mating. *Nature* 430: 884-887.
- KARRON, J.D., C.T. IVEY, R.J. MITCHELL, M.R. WITEHEAD, R. PEAKALL & A.L. CASE. 2012. New perspectives on the evolution of plant mating systems. *Annals of Botany* 109: 493-503.
- KARIYAT, R.R., J.P. SINCLAIR & E.M. GOLENBERG. 2013. Following Darwin's trail: Interactions affecting the evolution of plant mating systems. *American Journal of Botany* 100 (6): 999-1001.
- KIKUCHI, S., M. SHIBATA, H. TANAKA, H. YOSHIMARU & K. NIIYAMA. 2009. Analysis of the disassortative mating pattern in a heterodichogamous plant, *Acer mono* Maxim. using microsatellite markers. II. *Plant Ecology* 204: 43-54.
- KIM, J.H., D.K. KIM, F. FOREST, M.F. FAY & M.W. CHASE. 2010. Molecular phylogenetics of Ruscaceae sensu lato and related families (Asparagales) based on plastid and nuclear DNA sequences. *Annals of Botany* 106 (5): 775-790.
- KIMURA, M.K., K. SEIWA, Y. SUYAMA & N. UENO. 2003. Flowering system of heterodichogamous *Juglans ailanthifolia*. *Plant Species Biology* 18: 75-84.
- KIRK, H. & R. FREELAND. 2011. Applications and implications of neutral versus non-neutral markers in molecular ecology. *International Journal Molecular Science* 12: 3966-3988.
- KLINKHAMER P.G.L, T.J. DE JONG & R.A. WESSELINGH. 1991. Implications of differences between hermaphrodite and female flowers for attractiveness to pollinators and seed production. *Netherlands Journal of Zoology* 41 (2-3): 130-143.
- KLINKHAMER, P.G.L., T.J. DE JONG & H.W. NELL. 1994. Limiting factors for seed production and phenotypic gender in the gynodioecious species *Echium vulgare* (Boraginaceae). *Oikos* 71 (3): 469-478.
- KORBECKA, G. 2004. *Genetic structure and post-pollination selection in biennial plants. Tesis Doctoral* Leiden University: 96 pp. Leiden.
- KUBITZKI, K. & H. KURZ. 1984. Synchronized dichogamy and dioecy in neotropical Lauraceae. *Plant Systematics and Evolution* 147 (3-4): 253-266.
- LADD, P.G. 1994. Pollen Presenters in the flowering Plants, form and function. *Botanical Journal of the Linnean Society* 115 (98): 165-195.
- LARSEN, K. 1958. Comunicación preliminar sobre la citología del elemento endémico-canario. *SÆrtryk Af Botanisk Tidsskrift* 54: 167-169.
- LEACH, C. & O. MAYO. 2005. *Outbreeding Mechanisms in Flowering Plants. An evolutionary perspective from Darwin onwards*. J. Cramer. Stuttgart. Berlin.

- LECUONA-NEUMANN, R.M., I.E. LA-SERNA RAMOS, B. MENDES PÉREZ & W. WILDPRET DE LA TORRE. 1987. Contribución al estudio palinológico de la flora endémica macaronésica. *Pollen et Spores* XXIX (4): 359-390.
- LEIMU, R. 2004. Variation in the Mating System of *Vincetoxicum hirundinaria* (Asclepiadaceae) in Peripheral Island Populations. *Annals of Botany* 93 (1): 107-113.
- LEVIN, D.A. 1996. The evolutionary significance of pseudo-self-fertility. *The American Naturalist* 148 (2): 321-332.
- LEVIN, D.A., C.D. KELLEY & S. SARKAR. 2009. Enhancement of Allee effects in plants due to self-incompatibility alleles. *Journal of Ecology* 97: 518-527.
- LI, L., J. LI, J.G. ROHWER, H. VAN DER WERFF, Z.H. WANG & H.W. LI. 2011. Molecular phylogenetic analysis of the *Persea* group (Lauraceae) and its biogeographic implications on the evolution of tropical and subtropical amphy-Pacific disjunctions. *American Journal of Botany* 98 (9): 1520-1536.
- LI, Y.Q., S. DRESSLER, D.X. ZHANG & S.S. RENNER. 2009. More Miocene Dispersal Between Africa and Asia the Case of *Bridelia* (Phyllanthaceae). *Systematic Botany* 34 (3): 521-529.
- LI, Y.Q., S.X. LUO & D.X. ZHANG. 2014. Fly pollination and duodichogamy in *Bridelia stipularis* and *Cleistanthus sumatranus* (Phyllanthaceae). *Plant Species Biology* 29: e85-e92.
- LIPOW, S.R. & R. WYATT. 2000. Single gene control of postzygotic self-incompatibility in poke milkweed, *Asclepias exaltata* L. *Genetics* 154: 893-907.
- LLEDÓ, M.D., M.B. CRESPO, M.F. FAY & M.W. CHASE. 2005. Molecular phylogenetics of *Limonium* and related genera (Plumbaginaceae) : biogeographical and systematic implications. *American Journal of Botany* 92 (7): 1189-1198.
- LLOYD, D.G. 1979. Some reproductive factors affecting the selection of self-fertilization in plants. *The American Naturalist* 113 (1): 67-79.
- LLOYD, D.G. & C.J. WEBB. 1986. The avoidance of interference between the presentation of pollen and stigmas in angiosperms I. Dichogamy. *New Zealand Journal of Botany* 34: 135-162.
- LORD, J.M., & M. WESTOBY. 2012. Accessory costs of seed production and the evolution of angiosperms. *Evolution* 66 (1): 200-210.
- LOSOS, J.B. & R.E. RICKLEFS. 2009. Adaptation and diversification on islands. *Nature* 457: 830-836.
- LU, P.L. & C.W. MORDEN. 2014. Phylogenetic relationships among dracaenoid genera (Asparagaceae: Nolinoideae) inferred from chloroplast DNA loci. *Systematic Botany* 39 (1): 90-104.
- LUO, S.X., D.X. ZHANG & S.S. RENNER. 2007. Duodichogamy and androdioecy in the chinese Phyllanthaceae *Bridelia tomentosa*. *American Journal of Botany* 94 (2): 260-265.
- LUTZOW-FELLING, C., D.E. GARDNER, G.P. MARKIN & C.W. SMITH. 1995. *Myrica faya*: Review of the biology, ecology, distribution, and control, including an annotated bibliography. *Technical Report* 94: 115.
- MAKI, M. 2003. Population genetics of threatened wild plants in Japan. *J Plant Res* 116: 169-174.

- MAKI, M. & H. MORITA. 1998. Genetic diversity in island and mainland populations of *Aster spathulifolius* (Asteraceae). *Int. J. Plant Sci.* 159 (1): 148-52.
- MAKI, M., T. YAMASHIRO & S. MATSUMURA. 2003. High levels of genetic diversity in island populations of the island endemic *Suzukia luchuensis* (Labiatae). *Heredity* 91 (3): 300-306.
- MAIRAL, M., L. POKORNY, J.J. ALDASORO, M. ALARCÓN & I. SANMARTÍN. 2015. Ancient vicariance and climate-driven extinction explain continental-wide disjunctions in Africa: The case of the Rand Flora. *Molecular Ecology* 24 (6): 1335-1354.
- MALEY, J. 1980. Les changements climatiques de la fin du Tertiaire en Afrique: leur conséquence sur l'apparition du Sahara et de sa végétation. in A.A.Balkema, Williams, M.A.J. & Faure, H. (Eds), *The Sahara and the Nile. Quaternary environments and pre-historic occupation in northern Africa*: 63-86. Rotterdam.
- MANEN, J.F. 2004. Are both sympatric species *Ilex perado* and *Ilex canariensis* secretly hybridizing? Indication from nuclear markers collected in Tenerife. *BMC Evolutionary Biology* 4:46.
- MANEN, J.F., G. BARRIERA, P.A. LOIZEAU & Y. NACIRI. 2010. The history of extant *Ilex* species (Aquifoliaceae): Evidence of hybridization within a Miocene radiation. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 57: 961-977.
- MARTINS, J.M., O.C..B. MOREIRA, J. SARDOS, M.GRACIETE, B. MACIEL, L. SILVA & M.M.T. MOURA. 2013. Population genetics and conservation of the Azorean tree *Picconia azorica*. *Biochemical Systematics and Ecology* 49: 135-143.
- MARTINS, J., H. COSTA, O. MOREIRA, E. BRITO DE AZEVEDO, M.M.T. MOURA & L. SILVA. 2015. Distribution and conservation status of the endangered Azorean tree *Picconia azorica*. *International Journal of Biological Sciences and Applications* 2 (1): 1-9.
- MARRERO RODRÍGUEZ, A., J.Y. LESQUEF & M.A. CABRERA. 1992. Estudios previos para un programa de rescate genético de *Limonium dendroides* Svent. *Botánica Macaronésica* 19-20: 3-14.
- MARTÍNEZ-PALLÉ, E. & G. ARONNE. 1999. Flower development and reproductive continuity in Mediterranean *Ruscus aculeatus* L. (Liliaceae). *Protoplasma* 208: 58-64.
- MELSER, C., A. BIJLEVELD & P.G.L. KLINKHAMER. 1999. Late-acting inbreeding depression in both male and female function of *Echium vulgare* (Boraginaceae). *Heredity* 83: 162-170.
- MENDOZA-HEUER, I. 1987. Makaronesische endemiten: zur blütenbiologie von *Plocama pendula* Ait. (Rubiaceae). *Bauhinia* 8 (4): 235-241.
- MIDWAY, S.R. & A.C. HODGE. 2012. Carlquist revisited: history, success, and applicability of a natural history model. *Biol Philos* 27 : 497-520.
- MITCHELL, C.H. & P.K. DIGGLE. 2005. The evolution of unisexual flowers: morphological and functional convergence results from diverse developmental transitions. *American Journal of Botany* 92 (7): 1068-1076.
- MIGNOT, A., C. HOSS, I. DAJOZ, C. LEURET, J.P. HENRY, J.M. DREUILLAUX, E. HEBERLE-BORS & I. TILL-BOTTRAUD. 1994. Pollen aperture polymorphism in the Angiosperms: importance, possible causes and consequences. *Acta. Bot. Gallica* 141: 109-122.



- MORA-VICENTE, S. 2006. *Contribuciones al estudio de los tajinastes. Biología reproductiva, morfología, diversidad genética y estado de conservación de algunos endemismos canarios del género Echium L.* Tesis Doctoral Universidad Autónoma de Madrid: 579 pp. Madrid.
- MORA-VICENTE, S., J. CAUJAPÉ-CASTELLS, J. PÉREZ DE PAZ, R. FEBLES-HERNÁNDEZ & J.E. MALO. 2009. Isozyme diversity in some Canarian woody endemisms of the genus *Echium* L. (Boraginaceae). *Plant Systematics and Evolution* 279 (1-4): 139-149.
- NICKRENT, D.L., V. MALÉCOT, R. VIDAL-RUSSELL & J.P. DER. 2010. A revised classification of Santalales. *Taxon* 59 (2): 538-558.
- NIELSEN, L. R. 2000. Natural hybridization between *Vanilla claviculata* (W. Wright) Sw. and *V. barbellata* Rchb.f. (Orchidaceae): genetic, morphological, and pollination experimental data. *Biological Journal of the Linnean Society* 133: 285-302.
- NIELSEN, L.R., R.S. COWAN, H.R. SIEGISMUND, H. ADSERSEN, M. PHILIPP & M.F. FAY. 2003. Morphometric, AFLP and plastid microsatellite variation in populations of *Scalesia divisa* and *S. incisa* (Asteraceae) from the Galápagos Islands. *Botanical Journal of the Linnean Society* 143: 243-254.
- NILSSON, S., M. HELLBOM & W. SMOLENSKI. 2002. A reappraisal of the significance of pollen in classifications of the Gentianaceae. *Grana* 41(2): 90-106.
- NOGALES, M., E.C. HERNÁNDEZ & F. VALDÉS. 1999. Seed dispersal by common ravens *Corvus corax* among island habitats (Canarian Archipelago). *Ecoscience* 6 (1): 56-61.
- OJEDA, I., A. SANTOS- GUERRA, R. JAÉN MOLINA, F. OLIVA TEJERA, J. CAUJAPÉ-CASTELLS & Q.C.B. CRONK. 2012. The origin of bird pollination in Macaronesian *Lotus* (Loteae, Leguminosae). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 62: 306-318.
- OLANGUA-CORRAL, M. 2016. *El género Argyranthemum Webb ex Sch.Bip. (Asteraceae-Anthemideae) en Gran Canaria. Evaluación de la biodiversidad, biología reproductiva y viabilidad de sus poblaciones naturales*, 467 pp. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Gran Canaria.
- OLANGUA-CORRAL, M., J. PÉREZ DE PAZ, R.FEBLES & O. FERNÁNDEZ-PALACIOS, 2015. Secretos no confesados sobre la biología reproductiva de los emblemáticos dragos canarios, *Dracaena draco* L y *D. tamaranae*. VII Congreso de Biología de la Conservación de Plantas. Vitoria-Gasteiz, 30 Septiembre-2 Octubre. Libro de Resúmenes: 45. Álava.
- OLESEN, J.M., A. VALIDO & Y.L. DUPONT. 2002. Polinización de plantas canarias. *El Indiferente* 13: 18-29.
- OLESEN, J.M., Y.L. DUPONT, B.K. EHLERS, A. VALIDO & D.M. HANSEN. 2005. Heterostyly in the Canarian endemic *Jasminum odoratissimum* (Oleaceae). *Nordic Journal of Botany* 23: 537-539.
- OLIVA TEJERA, F., J. CAUJAPÉ-CASTELLS, J. NARANJO SUÁREZ, J. NAVARRO DÉNIZ, J.R. ACEBES GINOVÉS & D. BRAMWELL. 2004. Variación genética de los *Lotus* l. (Fabaceae: Loteae) de pinar en Gran Canaria. *Botánica Macaronésica* 25: 31-52.

- OLIVA TEJERA, F., J. CAUJAPÉ-CASTELLS, J. NARANJO SUÁREZ, J. NAVARRO DÉNIZ & J.R. ACEBES-GINOVÉS. 2005. Population genetic differentiation in taxa of *Lotus* (Fabaceae: Loteae) endemic to the Gran Canaria pine forest. *Heredity* 94 (2): 199-206.
- OLIVA TEJERA, F., J. CAUJAPÉ-CASTELLS, J. NAVARRO DÉNIZ, J. A. REYES-BETANCORT, S. SCHOLZ, BACCARANI-ROSAS & N. CABRERA GARCÍA. 2006. Patterns of genetic divergence of three Canarian endemic *Lotus* (Fabaceae): implications for the conservation of the endangered *L. kunkelii*. *American Journal of Botany* 93 (8): 1116-1124.
- ORTEGA, J. 1977. Citogenética del género *Lotus* en Macaronesia. I. Números de Cromosomas. *Botánica Macaronésica* 1 (1976): 17-24.
- ORTEGA, J. 1979. Citogenética del género *Lotus* en Macaronesia. III. Variación en el contenido de glucósidos cianogénicos en *Lotus* de las islas Canarias y Madeira. *Botánica Macaronésica* 5: 9-19.
- OWENS, S.J. 1985. Seed Set in *Lotus berthelotii* Masferrer. *Annals of Botany* 55 (6): 811-814.
- OYAMA, R.K., S.M VOLZ & S.S. RENNER. 2009. A sex-linked SCAR marker in *Bryonia dioica* (Cucurbitaceae), a dioecious species with XY sex-determination and homomorphic sex chromosomes. *J. Evol. Biol.* 22: 214-224.
- PADILLA, D.P., A GONZÁLEZ-CASTRO & M. NOGALES. 2012. Significance and extent of secondary seed dispersal by predatory birds on oceanic islands: the case of the Canary archipelago. *Journal of Ecology* 100: 416-427.
- PANG, C.C. & R.M.K. SAUNDERS. 2014. The evolution of alternative mechanisms that promote outcrossing in Annonaceae, a self-compatible family of early-divergent angiosperms. *Botanical Journal of the Linnean Society* 174: 93-109.
- PANNELL, J.R. 2002. The evolution and maintenance of androdioecy. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 33: 397-425.
- PANNELL, J.R. 2005. Phenotypic plasticity and a functional vs genetic perspective of plant gender. *New Phytologist* 168: 499-503.
- PANNELL, J.R. 2009. Mating-system evolution: genes from a bottleneck. *Current Biology* 19 (9): R369-R370.
- PANNELL, J.R., 2015. Evolution of the mating system in colonizing plants. *Molecular Ecology* 24 (9): 2018-2037.
- PANNELL, J.R. 2017. Plant Sex Determination. *Current Biology* 27: R191-R197.
- PANNELL, J. R. & M. VERDÚ. 2006. The evolution of gender specialization from dimorphic hermaphroditism: paths from heterodichogamy to gynodioecy and androdioecy. *Evolution* 60: 660-673.
- PANNELL, J.R. & M. VOILLEMOT. 2015. Plant mating systems: female sterility in the driver's seat. *Current Biology* 25: R490-R514.
- PANNELL, J.R., J.R. AULD, Y. BRANDVAIN, M. BURD, J.W. BUSCH, P-O. CHEPTOU, J.K. CONNER, E.E. GOLDBERG, A-G. GRANT, D.L. GROSSENBACHER, S. M. HOVICK, B. IGIC, S. KALISZ, T. PETANIDOU, A.M. RANDLE, R. RUBIO DE CASAS, A. PAUW, J.C. VAMOSI, & A.A. WINN. 2015. The scope of Baker's law. *New Phytologist* 208: 656-667.

- PÉREZ DE PAZ, J. 1977. Contribución al atlas palinológico de endemismos canario-macaronésicos 1. *Botánica Macaronésica* 2 (1976): 75-80.
- PÉREZ DE PAZ, J. 1978. Contribución al Atlas palinológico de endemismos Canario-Macaronésicos 2. *Botánica Macaronésica* 3 (1977): 35-39.
- PÉREZ DE PAZ, J. 1993. *Diversidad polínica, sistemática, evolución y biogeografía del género Echium L. en Macaronesia y del género Lobostemon Lehm. (Boraginaceae)*. Tesis doctoral. Departamento de Biología Vegetal (Botánica). Universidad de La Laguna, Tenerife.
- PÉREZ DE PAZ, J. 1998. Diversidad polínica y taxonomía numérica del género *Echium* L. (Boraginaceae) en Macaronesia. *Botánica Macaronésica* 23 (1996): 47-81.
- PÉREZ DE PAZ, J. 2002. La biología reproductiva. Importancia y tipos de estudios. In A. Bañares-Baudet (Ed), *Biología de la conservación de plantas amenazadas*: 71-132. Organismo Autónomo Parques Nacionales. Madrid.
- PÉREZ DE PAZ, J. & C. PARDO. 1994. Affinités palynologiques entre la genre *Echium* L. (sect. Gigantea, Decaisnea, Simplicia, Auberiana) et *Lobostemon* Lehm. (Boraginaceae). *Acta Bot. Gallica* 141 (2): 243-255.
- PÉREZ DE PAZ, J. & J. CAUJAPÉ- CASTELLS. 2013. A review of the allozyme data set for the Canarian endemic flora: causes of the high genetic diversity levels and implications for conservation. *Annals of Botany* 111: 1059-1073.
- PÉREZ DE PAZ, J., R. FEBLES & D. BRAMWELL. 1997. Memoria del proyecto de Investigación del Gobierno Autónomo Canario 94/2666. Estudio de la biodiversidad y biología reproductiva de endemismos canarios para su conservación. Jardín Botánico Canario Viera y Clavijo. Las Palmas de Gran Canaria. Islas Canarias.
- PÉREZ DE PAZ, J., O. FERNÁNDEZ-PALACIOS & R. FEBLES. 2009. Polimorfismos y series polínicas en el género canario *Parolinia* y parientes continentales *Diceratella* y *Morettia* (Matthioleae-Brassicaceae). Significado biológico y filogenético. In Beltrán Tejera E., Afonso-Carrillo J., García Gallo A. & O. Rodríguez Delgado (Eds), *Homenaje al Prof. Dr. Wolfredo Wildpret de La Torre*. Instituto de Estudios Canarios 78: 309-327. La Laguna, Tenerife. Islas Canarias.
- PÉREZ DE PAZ, J., R. FEBLES, O. FERNÁNDEZ-PALACIOS ACOSTA & M. OLANGUA CORRAL. 2013a. Sexual systems in canarian flora. Evolutionary pathways to gender dimorphism and dioecy. In Caujape-Castells J, Nieto Feliner G, Fernández Palacios JM (Eds), *Proceedings of the Amurga international conferences on island biodiversity 2011*: 78-89. Fundacion Canaria Amurga-Maspalomas. Las Palmas de Gran Canaria, Spain.
- PÉREZ DE PAZ, J., R. FEBLES, O. FERNÁNDEZ-PALACIOS & M. OLANGUA-CORRAL. 2013b. Evolución y vías de acceso a la dioecia en la Flora Canaria: *Neochamaelea pulverulenta* (Cneoraceae) un ejemplo desde heterodicoгамia y androdioecia. *Vieraea* 41: 269-292.
- PÉREZ DE PAZ, J., R. FEBLES, O. FERNÁNDEZ-PALACIOS, M. OLANGUA, Á. MARRERO, C. HARROUNI & F. MSANDA. 2015a. Los dragos de Canarias y sus parientes. Leyenda y ciencia. *Floramac 2015: Congreso Internacional de Flora Macaronésica. Las Palmas de Gran Canaria, 23-27 de marzo*. Libro de Resúmenes: 83. Las Palmas.

- PÉREZ DE PAZ, J., O. FERNÁNDEZ-PALACIOS, R. FEBLES, & P. ROMERO MARRIQUE. 2015b. Salvando a *Limonium dendroides* Svent. Desde la biología reproductiva, con amor. In *VII Congreso de Biología de la Conservación de Plantas. Vitoria-Gasteiz, 30 Septiembre-2 Octubre*. Libro de Resúmenes: 44. Álava.
- PÉREZ DE PAZ, J., C. ORTEGA, R. FEBLES, J. GARCÍA MEDINA & I. NOGALES. 2015c. *Kunkeliella canariensis*, hemiparásito y nuevo caso de ginodioecia en las islas canarias. Conservación. In *VII Congreso de Biología de la Conservación de Plantas. Vitoria-Gasteiz. 30 Septiembre-2 Octubre*. Libro de Resúmenes: 97. Álava.
- PÉREZ DE PAZ, J., N. DÍAZ-LUIS, O. FERNÁNDEZ-PALACIOS, R. FEBLES HERNÁNDEZ & M. LÓPEZ DARIAS, 2016. Biología floral de la retama del Teide. Memoria 2 Final del Proyecto del Parque Nacional del Teide *Estudio de la Biología Reproductiva de la retama del Teide (Spartocytisus supranubius). Efectos de la abeja doméstica (Apis mellifera)*. Diciembre 2016.
- PÉREZ DE PAZ, J., R. FEBLES, O. FERNÁNDEZ-PALACIOS & M. OLANGUA-CORRAL. 2017. MACFLOR. Atlas Macaronésico de Biología Reproductiva y aplicaciones a la conservación. Marcadores de vigor y amenaza con análisis genéticos de paternidad. In *VIII Congreso de Biología de la Conservación de Plantas, Ciudad Universitaria, Madrid 4-7 de Julio*. Libro de Resúmenes: 146. SEBICOP. Madrid.
- PÉREZ-MÉNDEZ, N., P. JORDANO & A. VALIDO. 2015. Downsized mutualisms: Consequences of seed dispersers' body-size reduction for early plant recruitment. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 17: 151-159.
- PÉREZ-MÉNDEZ, N., P. JORDANO, C. GARCÍA & A. VALIDO. 2016. The signatures of Anthropocene defaunation: cascading effects of the seed dispersal collapse. *Scientific Reports* 6 (24820): 1-9.
- PÉREZ-MÉNDEZ, N., P. JORDANO & A. VALIDO. 2017. Persisting in defaunated landscapes: reduced plant population connectivity after seed dispersal collapse. *Journal of Ecology* 00. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.12848>: 1-12.
- PETANIDOU, T., R.C. GODFREE, D.S. SONGA, A. KANTSA, Y.L. DUPONT & N.M. WASER. 2012. Self-compatibility and plant invasiveness: Comparing species in native and invasive ranges. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 14: 3-12.
- PICKUP, M. & A. G. YOUNG. 2008. Population size, self-incompatibility and genetic rescue in diploid and tetraploid races of *Rutidosia leptorrhynchoides* (Asteraceae). *Heredity* 100: 268-274.
- POZHIDAEV, A.E. 2000. Pollen variety and aperture patterning. In Harley M., Morton C. M. & S. Blackmore (Eds), *Pollen and Spores: Morphology and Biology*: 205-225. Royal Botanic Gardens, Kew. Great Britain.
- PROCTOR, M., P. YEO & A. LACK. 1996. *The Natural History of Pollination*. 479pp. Harper Collins Publishers. London.
- PUFF, C. 1982. The limitation of the tribe Anthospermeae and its affinities to the Paederieae (Rubiaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society* 84 (4): 355-377.
- RADUSKI, A.R., E.B. HANEY & B. IGIC. 2012. The expression of self-incompatibility in Angiosperms is bimodal. *Evolution* 66 (4): 1275-1283.

- RAMÍREZ, N. & J.M. NASSAR. 2017. Breeding systems in Angiosperms: novel inferences from a new analytical approach. *Plant Syst Evol* 303: 119-137.
- RAMOS, 2014 (coordinadora). Memoria del Plan de Recuperación de la especie vegetal yerbamuda de Jinámar (*Lotus kunkelii*). <http://cabildo.grancanaria.com/plan-de-recuperacion-de-la-especie-vegetal-yerbamuda-de-jinamar>.
- REED, D.H. & R. FRANKHAM. 2001. How closely correlated are molecular and quantitative measures of genetic variation? a meta-analysis. *Evolution* 55 (6): 1095-1103.
- RENNER, S.S. 2001. How common is heterodichogamy? *Trends in Ecology & Evolution* 16 (11): 595-597.
- RENNER, S.S. 2014. The relative and absolute frequencies of Angiosperm sexual systems: dioecy, monoecy, gynodioecy, and an updated online database. *American Journal of Botany* 101 (10): 1588-1596.
- RENNER, S.S. 2016. Pathways for making unisexual flowers and unisexual plants: Moving beyond the “two mutations linked on one chromosome” model. *American Journal of Botany* 103 (4): 587-589.
- RENNER, S.S., L. BEENKEN, G.W. GRIMM, A. KOCYAN & R.E. RICKLEFS. 2007. The evolution of dioecy, heterodichogamy, and labile sex expression in *Acer*. *Evolution* 61 (11): 2701-2719.
- RESSAYRE, A., C. RAQUIN, A. MIGNOT, B. GODELLE & P.H. GOUYON. 2002. Correlated variation in microtubule distribution, callose deposition during male post-meiotic cytokinesis, and pollen aperture number across *Nicotiana* species (Solanaceae). *American Journal of Botany* 89 (3): 393-400.
- REYES-BETANCORT, J.A. & A. SANTOS-GUERRA. 2010. *Gymnosporia cryptopetala* Reyes-Bet. & Santos (Celastraceae), a new species from the Canary Islands. *Candollea* 65 (2): 189-196.
- RICHARDS, A.J. 1997. *Plant Breeding Systems*. Chapman & Hall. London.
- RIGUEIRO, C., J. M. ARROYO, A. VALIDO & P. JORDANO. 2009. Isolation and characterization of 13 microsatellite loci for *Neochamaelea pulverulenta* (Cneoraceae). *Molecular Ecology Resources* 9: 1497-1500.
- ROBSON, N. 1965. *New and little known species from the Flora Zambesiaca area. XVI Taxonomic and nomenclatural notes on Celastraceae*. Boletim dam Sociedade Broteriana XXXIX ( 2 .A SÉRIE), 413 pp.
- ROBBRECHT, E. 1982. Pollen morphology of the tribes Anthospermeae and Paederieae (Rubiaceae). *Bull. Jard. Bot. Nat. Belg.* 52: 349-366.
- RODRÍGUEZ-RIAÑO, T., A. ORTEGA-OLIVENCIA & J.A. DEVESA. 1999. Reproductive biology in two Genisteae (Papilionoideae) endemic of the western Mediterranean region: *Cytisus striatus* and *Retama sphaerocarpa*. *Can. J. Bot.* 77: 809-820.
- RODRÍGUEZ-RIAÑO, T., A. ORTEGA OLIVENCIA & J.A. DEVESA. 2004. Reproductive biology in *Cytisus multiflorus* (Fabaceae). *Ann. Bot. Fennici* 41: 179-188.
- ROHWER, J.G., J. LI, B. RUDOLPH, S.A. SCHMIDT, H. VAN DER WERFF & H.W. LI. 2009. Is *Persea* (Lauraceae) monophyletic? Evidence from nuclear ribosomal ITS sequences. *Taxon* 58 (4): 1153-1167.

- ROMERO PÉREZ, P.H., 2015. Valoración del estado de las poblaciones naturales de *Limonium dendroides* y Prácticas de acodado en vivero. Actuaciones en especies con planes de recuperación aprobados o redactados del CEAC o prioritarias para Europa y Red Natura 2000". Gobierno de Canarias: 18 pp.
- ROUTLEY, M B., R.I. BERTIN & B.C. HUSBAND, 2004. Correlated evolution of dichogamy and self-incompatibility: a phylogenetic perspective. *Int. J. Plant Sci.* 165 (6): 983-993.
- RUDALL, P.J. 2013. Identifying key features in the origin and early diversification of angiosperms. *Annu. Plant Rev.* 45: 163-188.
- RUDALL, P.J. & G. CAMPBELL. 1999. Flower and pollen structure of Ruscaceae in relation to Aspidistreae and other Convallariaceae. *Flora* 194: 201-214.
- RUDALL, P.J., J.G. CONRAN & M.W. CHASE. 2000. Systematics of Ruscaceae/Convallariaceae: a combined morphological and molecular investigation. *Botanical Journal of the Linnean Society* 134: 73-92.
- SAGE, T.L., R.I. BERTIN & E.G. WILLIAMS. 1994. Ovarian and other late-acting self-incompatibility systems. In Williams E.G., A.E. Clarke & R.B. Knox (Eds), *Genetic control of self-incompatibility and reproductive development in flowering plants*: 116-140. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht.
- SAGE, T.L., K. HRISTOVA-SARKOVSKI, V. KOEHL, J. LYEW, V. PONTIERI, P. BERNHARDT, P. WESTON, S. BAGHA & G. CHIU. 2009. Transmitting tissue architecture in basal-relictual angiosperms: Implications for transmitting tissue origins. *American Journal of Botany* 96 (1): 183-206.
- SAKAI, A.K. & S.G. WELLER. 1999. Gender and Sexual Dimorphism in Flowering Plants: Review of Terminology, Biogeographic Patterns, Ecological Correlates, and Phylogenetic Approaches. In Geber, M.A., Dawson T.E. & Delph L.F. (eds), *Gender and Sexual Dimorphism in Flowering Plants*: 1-31. Springer-Verlag. Heidelberg, Berlin. Germany.
- SAKAI, A.K., W.L. WAGNER, D.M. FERGUSON & D.R. HERBST. 1995. Biogeographical and ecological correlates of dioecy in the Hawaiian Flora. *Ecology* 76 (8): 2530-2543.
- SAKAI, A.K., WELLER S.G., WAGNER W.L, SOLTIS P.S. & SOLTIS D.E. 1997. Phylogenetic perspectives on the evolution of dioecy: adaptive radiation in the endemic Hawaiian genera *Schiedea* and *Alsinidendron* (Caryophyllaceae: Alsinoideae). In T.J. Givnish & Sytsma K.J. (Eds), *Molecular Evolution and Adaptive Radiation*: 455-473. Cambridge University Press. USA.
- SAMPSON, F.B. 2000. Pollen diversity in some modern Magnoliids. *Int. J. PLant. Sci* 161 (6 Supp.): S139-S210.
- SAMPSON, F.B. 2007. Variation and similarities in pollen features in some basal angiosperms, with some taxonomic implications. *Plant Systematics and Evolution* 263 (1-2): 59-75.
- SANDRAL, G., M.V. REMIZOWA & D.D. SOKOLOFF. 2006. A taxonomic survey of *Lotus* section *Pedrosia* (Leguminosae, Loteae). *Wulfenia* 13: 97-192.

- SANMARTÍN I., C.L. ANDERSON, M.L. ALARCÓN, F. CRONQUIST & J.J. ALDASORO. 2010. Bayesian island biogeography in a continental setting: the Rand Flora case. *Biology Letters* 6: 703-707.
- SATO, T. 2002. Phenology of sex expression and gender variation in a heterodichogamous maple, *Acer japonicum*. *Ecology* 83 (5): 1226-1238.
- SAUMITOU-LAPRADE, P., P. VERNET, C. VASSILIADIS, HOAREAU, J. DE MELO, B. DOMMÉE & J. LEPART. 2010. A self-incompatibility system explains high male frequencies in an androdioecious plant. *Science* 327: 1648-1650.
- SAUQUET, H., M. VON BALTHAZAR, S. MAGALLÓN, J.A. DOYLE, P.K. ENDRESS, E.J. BAILES, E. BARROSO DE MORAIS, K. BULL-HERENU, L. CARRIVE, M. CHARTIER, G. CHOMICKI, M. COIRO, R. CORNETTE, J.H.L. EL OTTRA, C. EPICOCO, C.S.P. FOSTER, F. JABBOUR, A. HAEVERMANS, T. HAEVERMANS, R. HERNÁNDEZ, S.A. LITTLE, S. LÓFSTRAND, J.A. LUNA, J. MASSONI, S. NADOT, S. PAMPERL, C. PRIEU, E. REYES, P. DOS SANTOS, K.M. SCHOONDERWOERD, S. SONTAG, A. SOULEBEAU, Y. STAEDLER, G.F. TSCHAN, A. WING-SZE LEUNG & J. SCHONENBERGER. 2017. The ancestral flower of angiosperms and its early diversification. *Nature Communications*, 8:16047. DOI: 10.1038.
- SCHLESSMAN, M.A., L.B. VARY, J. MUNZINGER & P.P. LOWRY II. 2014. Incidence, correlates, and origins of dioecy in the island flora of New Caledonia. *Int. J. Plant Sci.* 175 (3): 271-286.
- SCORA, R.W. & B.O. BERGH. 1992. Origin of and taxonomic relationships within the genus *Persea*. *Proc. of second world avocado congress*: 505-514.
- SEAVEY, S.R. & K.S. BAWA. 1986. Late-Acting Self-Incompatibility in Angiosperms. *The Botanical Review* 52 (2): 195-219.
- SEDLACEK, J., B. SCHMID, D. MATTHIES & M. ALBRECHT. 2012. Inbreeding depression under drought stress in the rare endemic *Echium wildpretii* (Boraginaceae) on Tenerife, Canary Islands. *PLoS One* 7 (10): e47415.
- SEEHAUSEN, O. 2004. Hybridization and adaptive radiation. *Trends in Ecology & Evolution* 19 (4): 198-207.
- SELBACH-SCHNADELBACH, A., S. SMITH CAVALLI, J.F. MANEN, G.C. COELHO & T. TEIXEIRA DE SOUZA-CHIES. 2009. New information for *Ilex* phylogenetics based on the plastid *psbA-trnH* intergenic spacer (Aquifoliaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society* 159 (1): 182-193.
- SHANG, H., Y.B. LUO & W.N. BAI. 2012. Influence of asymmetrical mating patterns and male reproductive success on the maintenance of sexual polymorphism in *Acer pictum* subsp. *mono* (Aceraceae). *Molecular Ecology* 21: 3869-3878.
- SHIBATA, M., S. KIKUCHI, H. TANAKA, M. SUEYOSHI, H. YOSHIMARU & K. NUYAMA. 2009. Effects of population density, sex morph, and tree size on reproduction in a heterodichogamous maple, *Acer mono*, in a temperate forest of Japan. I. *Ecological Research* 24: 1-9.
- SHYKOFF, J. A., S. O. KOLOKOTRONIS, C. L. COLLIN, and M. LÓPEZ-VILLAVICENCIO. 2003. Effects of male sterility on reproductive traits in gynodioecious plants: a meta-analysis. *Oecologia* 135: 1-9.

- SIMMONS, M.P., J.J. CAPP, R.H. ARCHER, A.J. FORD, D. EICHSTEDT & C.C. CLE-  
VINGER. 2008. Phylogeny of the Celastrae (Celastraceae) and the relationships of  
*Catha edulis* (qat) inferred from morphological characters and nuclear and plastid  
genes. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 48 (2): 745-757.
- SINCLAIR, J.P., G.D. MAXWELL & D.C. FREEMAN. 2013. Consanguineous mating,  
specialization, and the environment: How multiple variable interactions affect the evo-  
lution of dioecy. *American Journal of Botany* 100 (6): 1038-1049.
- SNYDER, J.M. & J.H. RICHARDS. 2005. Floral phenology and compatibility of saw-  
grass, *Cladium jamaicense* (Cyperaceae). *American Journal of Botany* 92 (4): 736-743.
- SOLTIS, P.S. & D.E. SOLTIS. 2014. Flower Diversity and Angiosperm Diversification.  
*Methods in Molecular Biology* 1110: 85-102.
- SOLTIS, D.E., C.D. BELL, S. KIM & P.S. SOLTIS. 2008. Origin and Early Evolution of  
Angiosperms. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 1133: 3-25.
- SOLTIS, D.E., SMITH, S.A., CELLINESE N., WURDACK, K.J. & TANK, D.C. 2011.  
Angiosperm phylogeny: 17 genes, 640 taxa. *American Journal of Botany* 98 (4):  
704-730.
- SØNDERBERG BROK, C. & H. ADSERSEN. 2007. Morphological variation among po-  
pulations of *Lecocarpus* (Asteraceae) on the Galápagos Islands. *Botanical Journal of  
the Linnean Society* 154 (4): 523-544.
- SONG, J.H., M.K. OAK & S.P. HONG. 2016. Morphological traits in an androdioecious  
species, *Chionanthus retusus* (Oleaceae). *Flora* 223: 129-137.
- SOSA, P.A., A. NARANJO CIGALA, F.J. PÉREZ TORRADO, M.C. CABRERA SAN-  
TANA & E. FRANQUIZ ALEMÁN. 2012. Fósiles de palmeras en Gran Canaria.  
*Www.Ulpgc.Es*.
- SOSA P.A., L. CURBELO, P. RODRÍGUEZ, P.L. PÉREZ DE PAZ, A. ACEVEDO3 & Á.  
PALOMARES. 2015. Relaciones genéticas del género *Kunkeliella* en Canarias. Bus-  
cando una nueva especie para conservarla. In *VII Congreso de Biología de la Conser-  
vación de Plantas*. Vitoria-Gasteiz. 30 Septiembre-2 Octubre. Libro de Resúmenes: 33.  
Álava.
- SOTO-TREJO, F., J.K. KELLY, J.K. ARCHIBALD, M.E. MORT, A. SANTOS- GUERRA  
& D.J. CRAWFORD. 2013. The genetics of self-compatibility and associated floral cha-  
racters in *Tolpis* (Asteraceae) in the Canary Islands. *Int. J. Plant Sci.* 174 (2): 171-178.
- SPECHT, C.D. & M.E. BARTLETT. 2009. Flower evolution: The origin and subsequent  
diversification of the Angiosperm flower. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 40: 217-243.
- SPIGLER, R.B. & T.L. ASHMAN. 2012. Gynodioecy to dioecy: are we there yet? *Annals  
of Botany* 109: 531-543.
- STARR, F., K. STARR & L. LOOPE. 2003. *Morella faya*. Wwww. Hear. Org. Starr Hiplants.  
Hawaii Reports: 8 pp. [www.hear.org/starr/hiplants/reports](http://www.hear.org/starr/hiplants/reports).
- STEARNS, W.T. 1972. *Kunkeliella*, a new genus of Santalaceae in the Canary Islands. *Cua-  
derno Botánica Canaria* 16: 11-26.
- STEVENS, P.F. 2015. Angiosperm Phylogeny Website. Version 13. Enero 2015.  
<http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/Stevens>, 2015.



- STUESSY, T.F., K. TAKAYAMA, P. LÓPEZ-SEPÚLVEDA & D.J. CRAWFORD. 2014. Interpretation of patterns of genetic variation in endemic plant species of oceanic islands. *Botanical Journal of the Linnean Society* 174 (3): 276-288.
- SUÁREZ, C., J. PÉREZ DE PAZ, R. FEBLES & J. CAUJAPÉ-CASTELLS. 2009. Genetic diversity and floral dimorphism in *Limonium dendroides* (Plumbaginaceae), a woody Canarian species on the way of extinction. *Plant Systematics and Evolution* 280 (1-2): 105-117.
- SUÁREZ-RODRÍGUEZ, C. 2013. Registro fósil de *Dracaenites* Saporta en el Plioceno de Gran Canaria, islas Canarias. *Vieraea* 41: 385-388.
- SUNDBERG, M.D. 1985. Pollen of the Myricaceae. *Pollen Et Spores* XXVII (1): 15-28.
- SVENTENIUS, E.R. 1960. *Additamentum ad Floram Canariensem*, Part 1. Agronomiarum Investigationem Nationale Hispanicum Institutum. Madrid.
- TAKAYAMA, K., P. LÓPEZ-SEPÚLVEDA, J. GREIMLER, D.J. CRAWFORD, P. PEÑAILILLO, M. BAEZA, E. RUIZ, G. KOHL, K. TREMETSBERGER, A. GATICA, L. LETELIER, P. NOVOA, J. NOVAK & T.F. STUESSY. 2015. Genetic consequences of cladogenetic vs. anagenetic speciation in endemic plants of oceanic islands. *AoB Plants* 7 (102): 1-16.
- TAL, O. 2009. *Acer pseudoplatanus* (Sapindaceae): Heterodichogamy and thrips pollination. *Plant Systematics and Evolution* 278 (3-4): 211-221.
- TILL-BOTTRAUD, I., P.H. GOUYON, A. RESSAYRE & B. GODELLE. 2012. Gametophytic vs. sporophytic control of pollen aperture number: A generational conflict. *Theoretical Population Biology* 82: 147-157.
- THRALL, P.H., F. ENCINAS-VISO, S.E. HOEBEE & A.G. YOUNG. 2014. Life history mediates mate limitation and population viability in self-incompatible plant species. *Ecology and Evolution* 4(6): 673-687.
- THULIN, M. 1998. *Gaillonia* (Rubiaceae- Paederieae) in Africa and Arabia. *Nordic Journal of Botany* 18 (1): 31-38.
- TORICES, R. 2014. La ecología reproductiva de las plantas: estrategias reproductivas, fuerzas ecológicas y evolutivas. *Ecosistemas* 23(3): 1-5.
- TRAVESET, A. 2001. Ecología reproductiva de plantas en condiciones de insularidad: consecuencias ecológicas y evolutivas del aislamiento geográfico. in *Ecosistemas Mediterráneos. Análisis Funcional*. Zamora R. & Pugnaire F.J. (Eds): 269-89. CSIC-AEET.
- TRAVESET, A., M. NOGALES, J.A. ALCOVER, J.D. DELGADO, M. LÓPEZ-DARIAS, D. GODOY, J.M. IGUAL & P. BOVER. 2009. A review on the effects of alien rodents in the Balearic (Western Mediterranean Sea) and Canary Islands (Eastern Atlantic Ocean). *Biological Invasions* 11: 1653-1670.
- TRAVESET, A., J.M. FERNÁNDEZ-PALACIOS, C. KUEFFER, P.J. BELLINGHAM, C. MORDEN & D.R. DRAKE. 2016. Introduction to the special issue: Advances in island plant biology since Sherwin Carlquist's Island Biology. *AoB Plants* 8: plv148.
- VALDÉS, B. 2012. *Echium*. In *Flora Ibérica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares*, Talavera, S.C. Andrés M. Arista M.P. Fernández Piedra M.J. Gallego P.L. Ortiz C. Romero Zarco F.J. Salgueiro S. Silvestre & A. Quintanar (Eds): 89-121. Vol XI. Real Jardín Botánico, CSCI. Madrid.

- VALIDO, A. 1999. *Ecología de la dispersión de semillas por los lagartos endémicos canarios (Gallotia, Lacertidae)*. Tesis Doctoral. 320 pp. Universidad de La Laguna, Tenerife.
- VALIDO, A. & J.M. OLESEN. 2010. Pollination on islands: examples from the Macaronesian archipelagos. In *Terrestrial Arthropods of Macaronesia. Biodiversity, Ecology and Evolution*. primera ed., Serrano, A.R.M., P.A.V. Borges, M. Boieiro & P. Oromí (Eds): 249-283. Sociedade Portuguesa de Entomologia. Lisboa.
- VALTUEÑA, F.J., T. RODRÍGUEZ-RIAÑO, F. ESPINOSA & A. ORTEGA-OLIVENCIA. 2010. Self-sterility in two *Cytisus* species (Leguminosae, Papilionoideae) due to early-acting inbreeding depression. *American Journal of Botany* 97 (1): 123-135.
- VALTUEÑA F.J., J. LÓPEZ, A. ORTEGA-OLIVENCIA, T. RODRÍGUEZ-RIAÑO & M. GONZÁLEZ. 2014. Contrasting inbreeding depression in early and late stages of the life cycle of a Mediterranean shrub, *Anagyris foetida* (Leguminosae). *Turk. J. Bot.* 38: 334-346.
- VAN CAMPO, M. 1967. Pollen and Classification. *Review of Palaeobotany and Palynology* 3: 65-71.
- VAN CAMPO, M. 1976. Patterns of pollen morphological variation within taxa. In Ferguson & Müller (eds), *The evolutionary significance of the exine*: 125-137. Linnean Society of London. Academic Press. London.
- VAN CAMPO, E. & J. SIVAK. 1991. Presence de pollens de *Dracaena* dans le Néogène Méditerranéen. *Revue de Micropaléontologie* 18 (4): 264-268.
- VARGAS, P. 2012. Angiospermas. In Vargas, P. & R. Zardoya (Eds), *El Árbol de la Vida: sistemática y evolución de los seres vivos*: 114-123. Museo de Ciencias. Madrid.
- VASSILIADIS, C., M VALERO, P. SAUMITOU-LAPRADE & B. GODELLE. 2000. A model for the evolution of high frequencies of males in a androdioecious plant based on a cross-compatibility advantage of males. *Heredity* 85 (4): 413-422.
- VERNET, P., P. LEPERCQ, S. BILLIARD, A. BOURCEAUX, J. LEPART, B. DOMMÉE & P. SAUMITOU-LAPRADE. 2016. Evidence for the long-term maintenance of a rare self-incompatibility system in Oleaceae. *New Phytologist*, 13872: 10 pp.
- VOILLEMOT, M. & PANNELL J.R. 2017. Maintenance of mixed mating after the loss of self-incompatibility in a long-lived perennial herb. *Ann Bot.* 119 (1): 177-190.
- VOLZ, S.M. & S.S. RENNER. 2008. Hybridization, polyploidy, and evolutionary transitions between monoecy and dioecy in *Bryonia* (Cucurbitaceae). *American Journal of Botany* 95 (10): 1297-1306.
- VOLZ, S.M. & S.S. RENNER. 2009. Phylogeography of the ancient Eurasian medicinal plant genus *Bryonia* (Cucurbitaceae) inferred from nuclear and chloroplast sequences. *Taxon* 58 (2): 550-560.
- WALLANDER, E. 2008. Systematics of *Fraxinus* (Oleaceae) and evolution of dioecy. *Plant Systematics and Evolution* 273 (1-2): 25-49.
- WALLANDER, E. 2013. Systematics and floral evolution in *Fraxinus* (Oleaceae). *Belgische Dendrologie Belge* 2012: 38-58.
- WALLANDER, E. & V. A. ALBERT. 2000. Phylogeny and classification of Oleaceae based on *rps16* and *trnL-F* sequence data. *American Journal of Botany* 87: 1827-1841.

- WALKER, J.W. & J.A. DOYLE. 1975. The bases of angiosperm phylogeny: palynology. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 62: 664-723.
- WANG, B., H. ZHANG & EA. JARZEMBOWSKI. 2013. Early Cretaceous angiosperms and beetle evolution. *Frontiers in Plant Science* 4 (360): 1-6.
- WEBB, C.J. 1979. Breeding system and seed set in *Euonymus europaeus* (Celastraceae). *Plant Syst. Evol.* 132: 299-303.
- WEBB, C.J. 1999. Empirical studies: evolution and maintenance of dimorphic breeding systems. In Geber, M.A. Dawson T.E. & Delph L.F. (Eds). *Gender and Sexual Dimorphism in Flowering Plants*: 61-95. Springer-Verlag. Heidelberg. Berlin. Germany.
- WELLER, S.G. & A.K. SAKAI. 1999. Using phylogenetic approaches for the analysis of plant breeding system evolution. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 30: 167-199.
- WELLER, S.G., A.K. SAKAI, W.L. WAGNER & D.R. HERBST. 1990. Evolution of dioecy in *Schiedea* (Caryophyllaceae: Alsinoideae) in the Hawaiian Islands: biogeographical and ecological factors. *Systematic Botany* 15 (2): 266-276.
- WELLER, S.G., A.K. SAKAI & C. STRAUB. 1996. Allozyme diversity and genetic identity in *Schiedea* and *Alsinidendron* (Caryophyllaceae: Alsinoideae) in the Hawaiian islands. *Evolution* 50 (1): 23-34.
- WERNER, O., R.M. ROS & A. FERNÁNDEZ. 2007. Caracterización genética de poblaciones de varias especies amenazadas en el Parque Nacional de Garajonay. *III Congreso De Biología De La Conservación De Plantas (Libro De Resúmenes)*: 70-72.
- WODEHOUSE, R.P. 1935. *Pollen grains*. McGraw Hill Book Company. New York. 574 pp.
- WRIGHT, S.I. & S.C.H. BARRETT. 2010. The long-term benefits of self-rejection. *Science* 330: 459-460.
- WRIGHT, S.I., S. KALISZ, and T. SLOTTE. 2013. Evolutionary consequences of self-fertilization in plants. *Proc Roy Soc London Ser B Biol Sci* 280: 20130133.
- XU, Y.-C., L.-H. ZHOU, S.-Q. HU, R.-M. HAO, C.-j. HUANG & H.-B. ZHAO. 2014. The differentiation and development of pistils of hermaphrodites and pistillodes of males in androdioecious *Osmanthus fragrans* L. and implications for the evolution to androdioecy. *Plant Systematics and Evolution*, 300: 843-849.
- YE, G.Z. 1993. Study on the pollen morphology of the genus *Dracaena* (Liliaceae) in China. *Acta Botanica Yunnanica* 15 (3): 275-277.
- YEO, P.F. 1993. Secondary Pollen Presentation. Form, Function and Evolution. *Plant Systematics and Evolution*. Supplementum 6: 1-268.
- YOUNG, A. G., L.M. BROADHURST & P.H. THRALL. 2012. Non-additive effects of pollen limitation and self-incompatibility reduce plant reproductive success and population viability. *Annals of Botany* 109: 643-653.
- ZAVADA, M. S. 2007. The identification of fossil angiosperm pollen and its bearing on the time and place of the origin of angiosperms. *Plant Systematics and Evolution* 263 (1-2): 117-134.

**Fecha de recepción:** 3 de julio de 2017 / **Fecha de aceptación:** 9 de agosto de 2017

## Range extension of *Pseudocorynactis caribbeorum* den Hartog, 1980 in the eastern Atlantic

Wirtz, P.<sup>1\*</sup> & L. Berenger<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centro de Ciências do Mar, Universidade do Algarve  
Campus de Gambelas, PT 8005-139 Faro, Portugal

<sup>2</sup>Biotope, 22 boulevard Maréchal Foch - BP 58, F 34140 Mèze. France

\* Corresponding author

Peter Wirtz (email: peterwirtz2004@yahoo.com)

### ABSTRACT

The corallimorpharian *Pseudocorynactis caribbeorum* den Hartog, 1980 is reported from São Tomé and Príncipe Islands and from Madeira Island, greatly extending its known range in the eastern Atlantic. Its presence at Madeira Island probably is a recent phenomenon, possibly due to global warming.

**Key words:** Corallimorpharia, São Tomé and Príncipe, Gulf of Guinea, Madeira

### RESUMEN

*Pseudocorynactis caribbeorum* den Hartog, 1980 se cita por primera vez para las islas de Sao Tomé y Príncipe en el Golfo de Guinea y también para Madeira. Esto supone una ampliación considerable de su rango de distribución en el Atlántico nororiental. Su presencia en Madeira parece ser un fenómeno reciente que podría estar relacionado con el calentamiento global.

**Palabras clave:** Corallimorpharia, Santo Tomé y Príncipe, Golfo de Guinea, Madeira.

### 1. REPORT

DEN HARTOG (1980) described *Pseudocorynactis caribbeorum* from the Caribbean Sea (Saba, Curacao, Venezuela, and Colombia). FAUTIN (2011) synonymized *Pseudocorynactis* with *Corynactis* but OCAÑA ET AL., (2017) reinstated the genus. The species *Pseudocorynactis caribbeorum* den Hartog, 1980 is also known from the Canary Islands (DEN HARTOG, OCAÑA & BRITO 1993, OCAÑA & DEN HARTOG 2003) and

the Cape Verde Islands (WIRTZ 2001). A colour photo of the species, from Tenerife, Canary Islands, can be seen in WIRTZ & DEBELIUS (2003: 65) and at <http://tolweb.org/onlinecontributors/app;jsessionid=76DB5A8B638990A788DC39B57901DE14?page=ViewImageData&service=external&sp=25903>.

The animals were observed and photographed during the night while SCUBA diving at the following sites:

Bom Bom Islet, Principe Island: 01°41'N, 07°24'E; 8 meters. Lagoa Azul, São Tomé Island: 0°24'N, 6°37'E; 13 meters. In both sites only single individuals were noticed. A formal-preserved specimen of *Pseudocorynactis caribbeorum* from Lagoa Azul, São Tomé Island, was sent to Dr. OSCAR OCAÑA at Museo del Mar, Ceuta, Spain.

Canico, Madeira Island: 32°38'N, 16°49'E; 14 meters; Three individuals were extending from cracks in the rock face with only a few cm distances between each other.

To find *Pseudocorynactis caribbeorum* in the Gulf of Guinea was to be expected. Tropical amphi-Atlantic species probably cross the Atlantic via the Equatorial Undercurrent (SCHELTEMA 1971, 1995, MUSS *et al.* 2001, WIRTZ 2001, WIRTZ 2003). Any tropical amphi-Atlantic species recorded from the Cape Verde Islands can therefore also be expected in the Gulf of Guinea.

To find *Pseudocorynactis caribbeorum* at Madeira Island comes as a surprise. In more than 1000 SCUBA dives along the south coast of Madeira, from 1984 to 2017, the first author has never seen this species. It most likely is a recent arrival, possibly due to global warming. The three individuals of *P. caribbeorum* found close together at Canico probably originated through vegetative reproduction of a single founding individual. Looking at the image, with the basal discs inside the crevices, the connection among two of the polyps can not be assured but nor rejected.

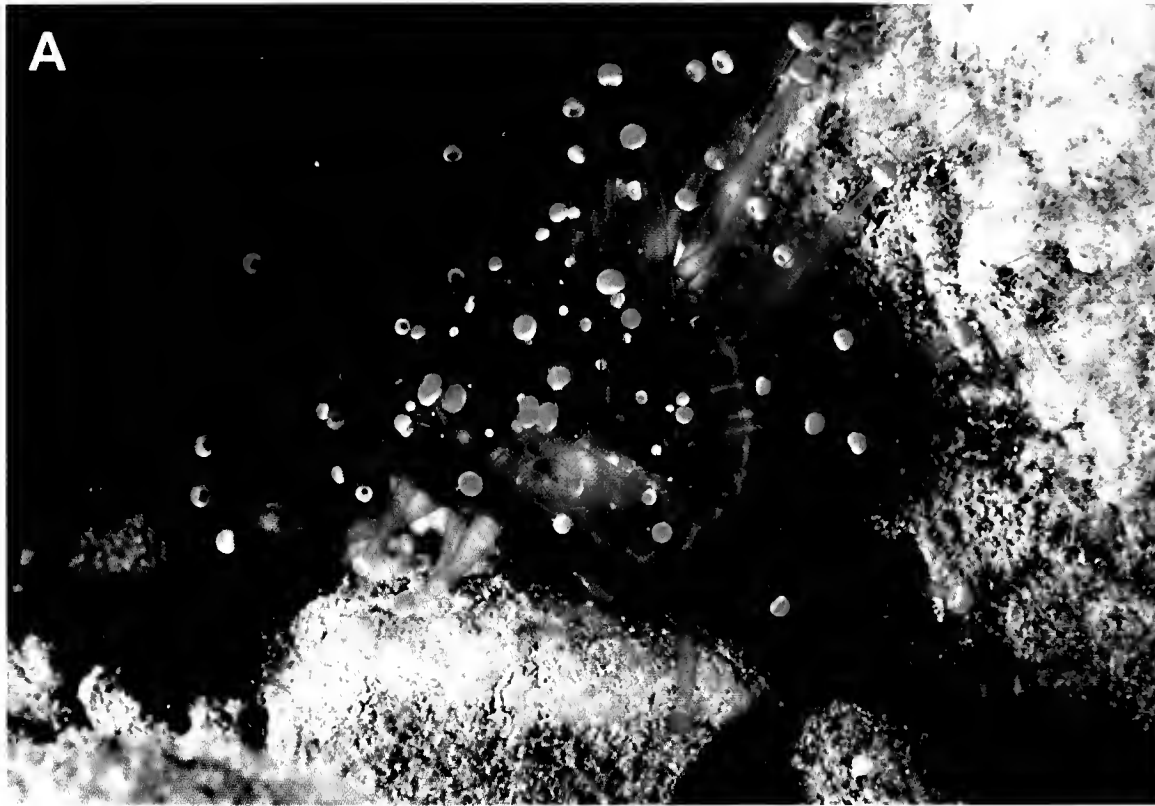
## 2. ACKNOWLEDGEMENTS

The National Geographic Society sponsored the 2006 expedition to São Tomé (grant number 7937-05 to Sergio Floeter). The Centro de Ciências do Mar (CCMAR) of the University of the Algarve partly financed the trips to Príncipe (2002) and São Tomé Islands (2006 and 2017). Many thanks also to Jannie and Cecilia Fourie, the managers of Bom Bom Resort, and their staff for their kindness and support. This study received Portuguese national funds through FCT - Foundation for Science and Technology - through project UID/Multi/04326/2013.

## 3. REFERENCES

- DEN HARTOG, J. C. 1980. Caribbean shallow water Corallimorpharia. *Zoologische Verhandelingen* 176: 3-83.
- DEN HARTOG, J. C., O. OCAÑA & A. BRITO. 1993. Corallimorpharia collected during the CANCAP expeditions (1976-1986) in the south-eastern part of the North Atlantic. *Zoologische Verhandelingen*: 282: 3-76.

- FAUTIN, D. G. 2011. *Corallimorphus niwa* new species (Cnidaria: Anthozoa), New Zealand members of *Corallimorphus*, and redefinition of Corallimorphidae and its members. *Zootaxa* 2775: 37-49.
- MUSS, A., D.R. ROBERTSON, C.A. STEPIEN, P. WIRTZ & B. BOWEN. 2001. Phylogeography of *Ophioblennius*: The Role of Ocean Currents and Geography in Reef Fish Evolution. *Evolution* 55/3: 561-572.
- OCAÑA, O. & J. C. DEN HARTOG. 2002. A catalogue of actiniaria and corallimorpharia from the Canary Islands and from Madeira. *Arquipélago. Life and Marine Sciences* 19A: 33-54.
- OCAÑA, O., J. C. DEN HARTOG & A. BRITO, 2017. Restoration of the genus *Pseudocorynactis* (den Hartog, 1980) and emended diagnosis of the genera *Corynactis*, *Pseudocorynactis* and *Paracorynactis* (Ocaña, den Hartog, Brito and Bos, 2010). *Rev. Acad. Canar. Cienc.*, XXIX: 9-20, 5 figures.
- SCHELTEMA, R. S. 1971. The dispersal of the larvae of shoal-water benthic invertebrate species over long distances by ocean currents. Pp. 7-28 in: P. J. CRISP, (Ed.). *4th European Marine Biology Symposium*. Cambridge.
- SCHELTEMA, R. S. 1995. The relevance of passive dispersal for the biogeography of Caribbean mollusks. *American Malacological Bulletin* 11: 99-115.
- WIRTZ, P. 2001. New records of marine invertebrates from the Cape Verde Islands. *Arquipélago. Life and Marine Sciences* 18A: 81-84.
- WIRTZ, P. 2003. New records of marine invertebrates from São Tomé Island (Gulf of Guinea). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 83: 735-736.
- WIRTZ, P. & H. DEBELIUS. 2003. *Mediterranean and Atlantic Invertebrate Guide*. Conchbooks, Hackenheim, 305 pp.



**Fig. 1.- A:** *Pseudocorynactis caribbeorum* in Lagoa Azul, São Tomé Island (photo Luiz Rocha);  
**B:** *Pseudocorynactis caribbeorum* from Madeira Island.



# Tras las huellas de Alcide D'Orbigny: el género *Eratoidea* Weinkauff, 1879 (Mollusca: Neogastropoda: Marginellidae) en la isla de Martinica, Antillas Menores, con la descripción de dos nuevas especies

Espinosa, J.<sup>1</sup> & J. Ortea<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Oceanología, Avda. 1ª nº 18406, E. 184 y 186, Playa, La Habana, Cuba

<sup>2</sup> Departamento BOS, Universidad de Oviedo, España

## RESUMEN

A partir de ejemplares de *Eratoidea* Weinkauff, 1879 recolectados durante la expedición MADIBENTHOS 2016, se comenta la trascendencia del aporte de d'Orbigny para el conocimiento de los moluscos de la Martinica y las dificultades para la correcta identificación taxonómica de *E. sulcata* (d'Orbigny, 1842), además se proponen dos nuevas especies del género.

**Palabras clave:** Mollusca, Marginellidae, *Eratoidea*, nuevas especies, Martinica, Antillas Menores.

## ABSTRACT

From samples of *Eratoidea* Weinkauff, 1879 collected during the MADIBENTHOS 2016 expedition, the importance of the contribution of d'Orbigny for the knowledge of the molluscs of Martinique and the difficulties for the correct taxonomic identification of *E. sulcata* (d'Orbigny, 1842) is discussed. Two new species of the genus are also proposed.

**Key words:** Mollusca, Marginellidae, *Eratoidea*, new species, Martinica, Lesser Antillean.

## 1. INTRODUCCIÓN

Al destacado naturalista Alcide Charles Victor Dessalines d'Orbigny (1802-1857), ornitólogo, malacólogo, paleontólogo y creador de la ciencia de los foraminíferos, le fue encomendada la realización de la parte de los moluscos en la obra de Ramón de la Sagra “*Historia Física, Política y Natural de la Isla de Cuba*”, aunque no figura en los créditos

del tomo (figura 1); publicada en 13 volúmenes en folios (1841-1853), acompañados de láminas coloreadas a mano y editada en París con fondos del gobierno español (véase, AGUAYO, 1943). En esta magna obra, y además de los moluscos, d'Orbigny se encargó de escribir los tomos correspondientes a las aves y a los foraminíferos. Dicha obra, por extraño que parezca, fue el inicio de la Malacología en las Antillas francesas y en ella se citan 258 especies para Guadalupe y Martinica, (160 de ellas gasterópodos) describiendo 65 como nuevas para la Ciencia, 21 con la localidad tipo en Guadalupe y 34 en Martinica; d'Orbigny nunca visitó las pequeñas Antillas pero contó con colectores entusiastas que le proporcionaron abundante material como Antoine Marie Ferdinand de Maussion de Cande, oficial de la fragata *Didon* y comandante de la cañonera *Vedette* (1836-41), destacadas en Las Antillas Francesas, que fue nombrado Gobernador de Martinica en 1859. Como reconocimiento a sus aportes de material, Alcide d'Orbigny le dedicó 11 especies en la obra de Sagra: 4 con su localidad tipo en Martinica, 3 en Guadalupe y otras 4 en Cuba; entre ellas *Cancellaria candeii* de Martinica, *Nassa candeii* (*Nassarius candeii*) de Guadalupe y *Bulla candeii* (*Acteocina candeii*) de Cuba. (Figura 2A). No deja de ser una curiosa coincidencia que una de las especies más carismáticas de las islas Canarias, *Patella candeii* d'Orbigny, 1840 (figura 2B) tenga el mismo epíteto, otro ejemplo de la amistad de su autor con Ferdinand de Cande.

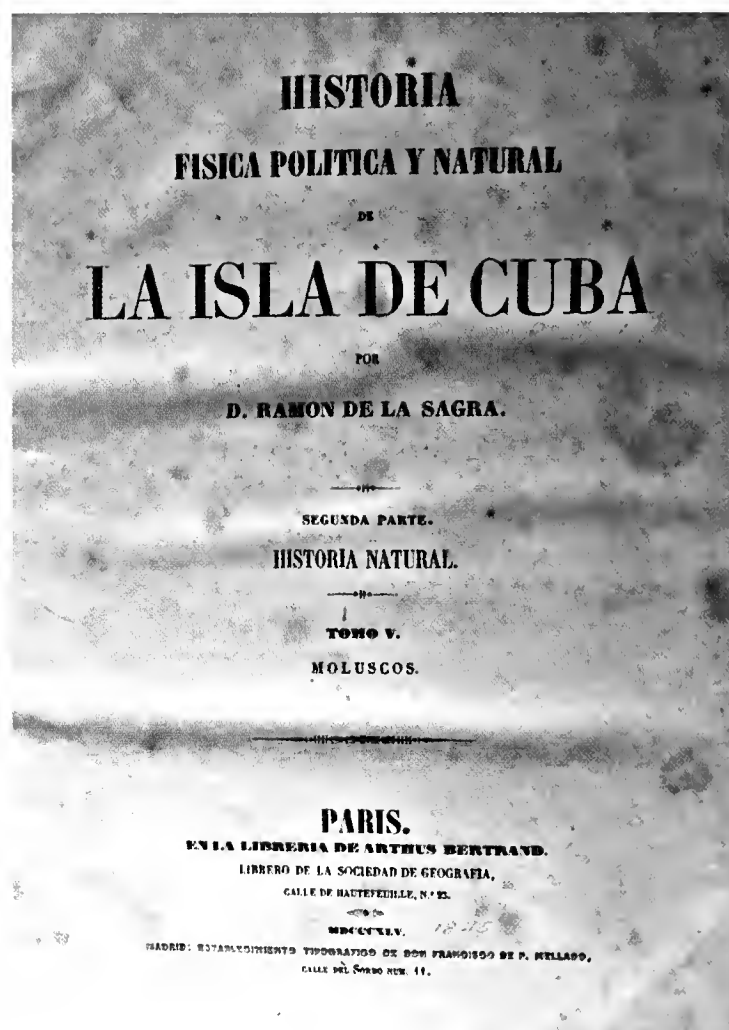


Figura 1.- Créditos del tomo V de la obra de Ramón de la Sagra.

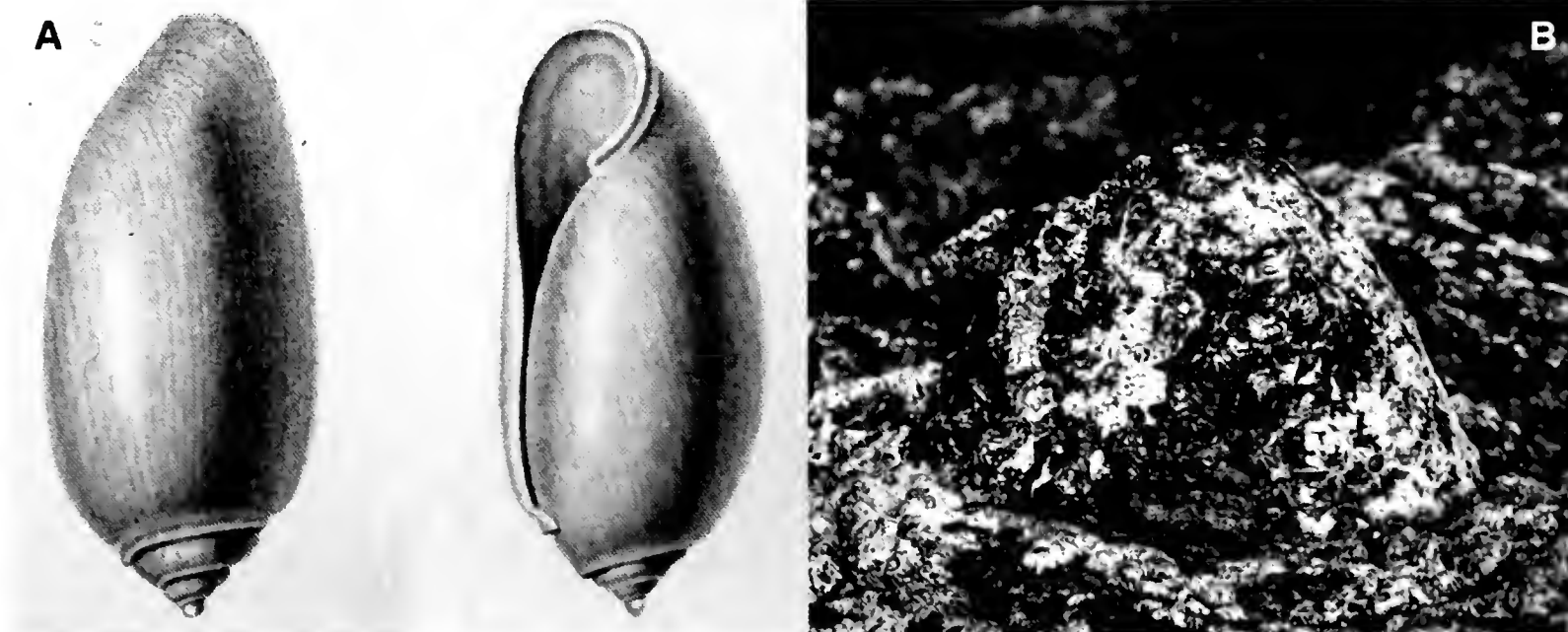


Figura 2.- Ejemplo de algunas de las especies dedicadas por Alcide d'Orbigny a Ferdinand de Cande: *Acteocina candeii* (d'Orbigny, 1841), de Cuba, y *Patella candeii* d'Orbigny, 1840, de las islas Canarias.

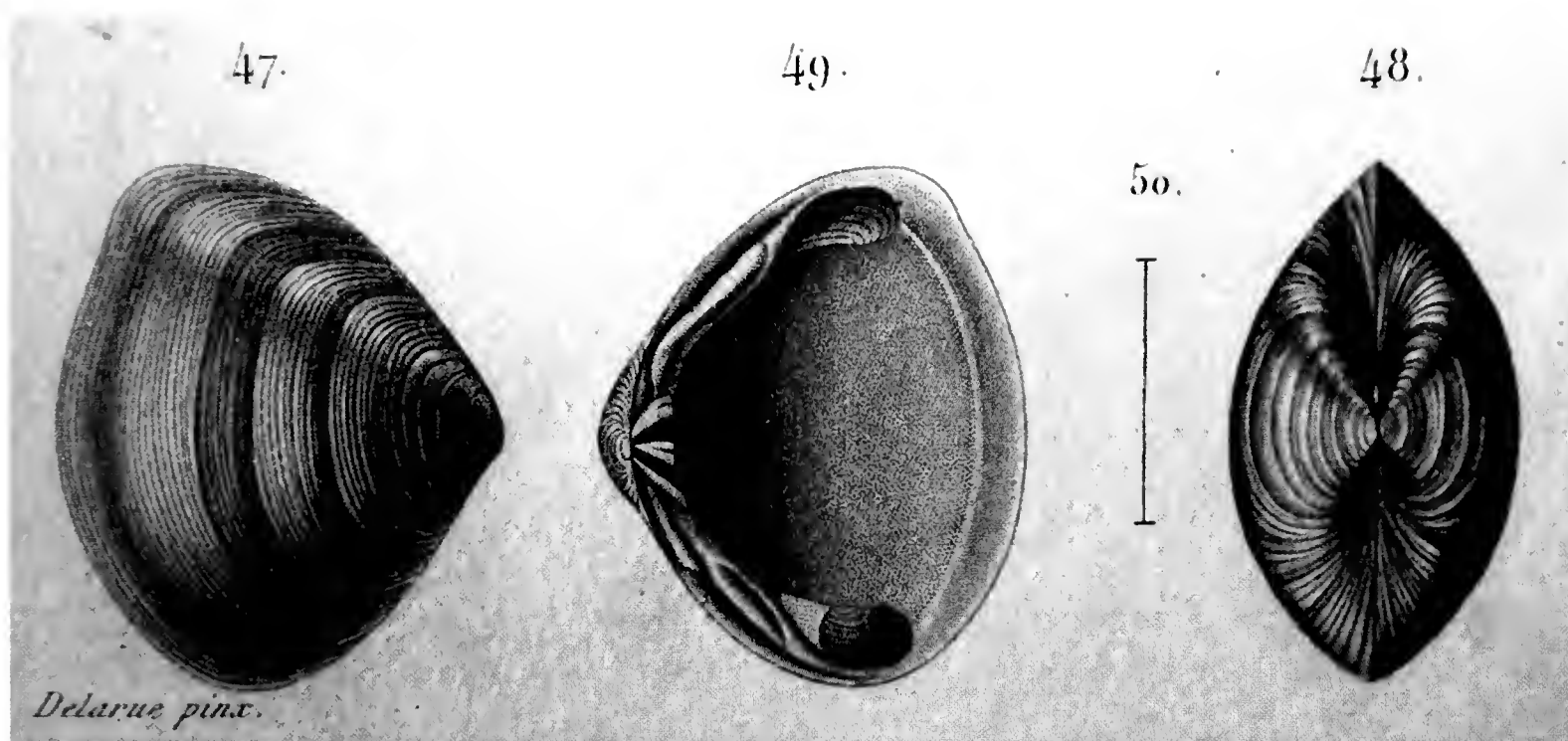


Figura 3.- Iconotipo de *Polymesoda marítima* (d'Orbigny, 1853).

La obra de la Sagra tuvo dos ediciones, una en francés publicada por secciones o cuadernillos y otra traducida al español, que apareció poco después de las primeras secciones en francés. En el caso de los Moluscos, la versión francesa consta de dos volúmenes que fueron publicados en cuatro pliegos desde 1841 hasta 1853, mientras que, de su versión en español, el Tomo V está fechado en 1845. Por la diferencia de fechas de esta obra y por la necesidad de aplicar la ley de la prioridad a las nuevas especies de d'Orbigny, frente a las de otros autores contemporáneos como Charles Baker Adams (1814-1853) y Timothy Abbott Conrad (1803-1877), AGUAYO (1943) considera que el atlas de la versión francesa publicado en 1842, ofrece suficiente información para reconocer a las especies descritas por d'Orbigny entre 1841 y 1853, las que deben tener prioridad sobre las de otros autores con fechas posteriores. Sin embargo, esta propuesta no ha sido aceptada de forma unánime y con cierta frecuencia se utiliza 1842 para los gasterópodos, mientras que para los bivalvos, publicados en los últimos pliegos de la edición francesa (1847-1853) se emplea 1853, por lo que algunos bivalvos descritos por d'Orbigny han caído, indebidamente, en sinonimia, como es el caso de la *Polymesoda marítima* (d'Orbigny, 1853) = *P. floridana* (Conrad, 1846) (figura 3), véase MIKKELSEN & BIELER (2008), aun cuando la fecha oficialmente reconocida para la publicación del atlas es 1842 (véase AGUAYO, 1943 y BOUCHET & ROCROI, 2005), donde aparece esta especie bien ilustrada en color y reconocible por sus tres dientes cardinales y los laterales muy pronunciados.

La obra de Alcides d'Orbigny, está escrita con un lenguaje claro y atrayente, además de bien documentado para su época. En total comprende 561 especies de moluscos, de los cuales 390 son gasterópodos (293 marinos y 97 terrestres y dulceacuícolas), 151 bivalvos, 16 cefalópodos, 3 escafópodos y un quitón, además de brindar descripciones de géneros, familias y otras categorías de rango superior, que repercuten en el ordenamiento taxonómico adoptado en la obra. Un buen ejemplo de su rigor y minuciosidad, es la aportación que hace sobre *Glaucus radiatus* (= *Glaucus atlanticus*), por la belleza de la lámina



**Figura 4.-** Ilustración de *Glaucus radiatus* (= *Glaucus atlanticus*) en la obra de Alcides d'Orbigny.

en color y por la exhaustiva lista de sinónimos que recopila procedentes de distintos mares (figura 4).

Los contenidos y aportes de dicha publicación rebasan ampliamente las fronteras de la Isla de Cuba al incluir numerosas especies de otras islas como Jamaica, Santo Tomás, Santa Lucía y sobre todo Guadalupe y Martinica; de estas dos últimas, en conjunto, registra 258 especies (160 gasterópodos, 92 bivalvos, 3 cefalópodos, 2 escafópodos y un quitón), que suponen el 46 % de todos los moluscos tratados por el autor en dicha obra, todo un incentivo para nuestra participación en las expediciones del MNHN París a las islas de Guadalupe y Martinica (KARUBENTHOS 2012 y MADIBENTHOS 2016), que nos ofrecían la oportunidad de ver sobre el terreno si las especies de las Antillas Francesas comunes con Cuba, eran o no las mismas.

Por su importancia y trascendencia, la obra de Alcides d'Orbigny es merecedora de una reconsideración y actualización profundas, como la realizada por FISCHER (1997) con su Paleontología Francesa, más aún si tenemos en cuenta que actualmente se dispone de suficiente material e información sobre los moluscos de Cuba, Guadalupe y Martinica, los principales territorios mencionados por dicho autor. Aunque la magnitud de la tarea escapa a los objetivos del presente trabajo, es oportuno recordar que ya hemos realizado algunos señalamientos al respecto (véase ESPINOSA & ORTEA, 2007, 2015 y ESPINOSA

*et al.*, 2010). Además, se debe resaltar que algunos de los tipos de las especies caribeñas descritas por d'Orbigny, depositados en el British Museum of Natural History (Londres) no coinciden con las figuras originales de esta obra o hay varias especies mezcladas entre los sintipos, como sucede con su *Marginella subtriplicata* (= *Volvarina subtriplicata*), véase ESPINOSA & ORTEA (2015).

La primera referencia al género *Eratoidea* Weinkauff, 1879 para la Martinica fue realizada por D'ORBIGNY (1842), con la descripción de *Marginella sulcata* d'Orbigny, 1842, de dicha isla, (lámina 1A) actualmente incluida en este género, y cuyo supuesto holotipo (una concha muy deteriorada) se encuentra depositado en el British Museum of Natural History (BMNH) n° de registro 1854.10.4.314, (3 × 1'5 mm, Id=2), ejemplar ilustrado KAICHER (1992; carta 2630) y reproducido por MCCLEERY (2011, fig. 152), quien indica que nunca lo revisó. La concha del supuesto tipo tiene proporciones diferentes (Id=1'83) de las señaladas por D'ORBIGNY (1842) para *Marginella sulcata* (Id=2) siendo comparativamente más ancha, que la de la descripción original y el iconotipo. Otras figuras atribuidas a *E. sulcata* de Martinica por MCCLEERY (2011, figs. 143, 154 y 156), son todas del mismo ejemplar, que también es más ancho (Id=1'67) que el supuesto tipo del BMNH y que la figura original de D'ORBIGNY (1842 lám. 26, figs. 14-16) y que tampoco coincide con el patrón de color de dicha figura reproducido en la Lámina 1A, por lo que creemos necesario redesccribir ejemplares de Martinica que se ajusten lo más posible a la figura original, para dar más estabilidad al nombre *E. sulcata* (d'Orbigny, 1842).

En el presente artículo se describe la concha y el animal de *E. sulcata* y se proponen otras dos nuevas especies del género *Eratoidea* de la Martinica.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

Todo el material utilizado en el presente trabajo fue recolectado y estudiado durante la Expedición MADIBENTHOS del MNHN (4 septiembre al 10 de octubre de 2016) a la isla de Martinica. No ha sido posible disponer de su fracción seca separada posteriormente.

Siguiendo a Ortea (2014) y Espinosa & Ortea (2015), el criterio de tamaño utilizado en las descripciones es el siguiente: concha **diminuta**, hasta 2'4 mm; **pequeña** mayor, de 2'4 mm y hasta 6'0 mm; **mediana**, mayor de 6'0 mm y hasta 13 mm; **grande** (larga), mayor de 13 mm y hasta 25 mm; y **muy grande**, superior a 25 mm. Se utiliza el *Índice de desarrollo* (Id) dado por el cociente entre la longitud (L) y la anchura de la concha (A), (Id=L/A). De acuerdo con dicho índice, las conchas serían **muy anchas** cuando su Id es menor de 2; **anchas** entre 2 y 2'4, **estrechas** entre 2'4 y 2'8 y **muy estrechas** si es más de 2'8.

Otro carácter cuantificable incluido en las descripciones es el ángulo del vértice de la concha (**Av**), establecido a partir de los lados de la espira que convergen en él; ha sido medido evitando la interferencia del labro y redondeado a la decena más próxima. Según dicho ángulo las espiras pueden ser agudas (-90°), rectas (= 90°) y obtusas (+ 90°). Se dice que una espira es **muy corta** cuando mide menos del 5 % del largo total de la concha, **corta** entre el 5 % y el 10 %, **extendida** entre el 11 % y el 20 %, y **muy extendida** cuando supera el 20° del largo total de la concha.

### 3. SISTEMÁTICA

Clase GASTROPODA  
Subclase Prosobranchia  
Orden Neogastropoda  
Familia Marginellidae Fleming, 1828  
Género *Eratoidea* Weinkauff, 1879

***Eratoidea sulcata* (d'Orbigny, 1842)**  
(Láminas 1 y 2)

*Marginella sulcata* d'Orbigny, 1842, Mollusques. En: *Histoire Physique, Politique et Naturelle de L'ile de Cuba* (R. de la Sagra, ed.), Vol. 1, pág. 211, lám XXI, figs. 14-16.

**Descripción original:**

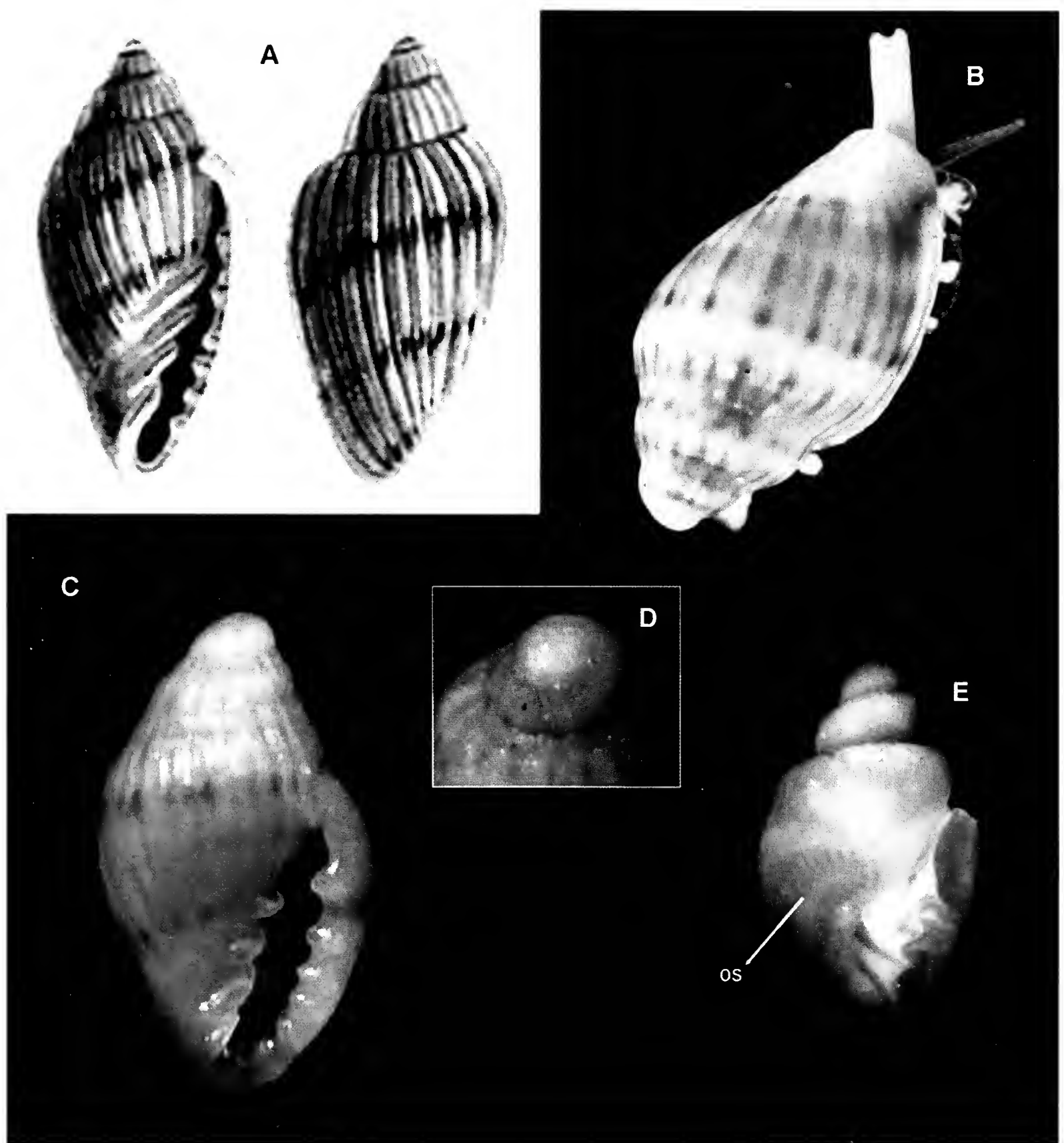
*“Marginella testa ovata, antice posticeque acuminata, albida, zonis binis, fulvis cincta, longitudinaliter costata; spira elevata, conica, apice obtuso; apertura angustata, recta; labro incrassato, intus dentato; columella quadridentata.*

*Dimensiones.*            *Longitud..... 3 millim..... 1 ½ líneas*  
                                 *Anchura..... 1 ½ millim..... 9 puntos*

*“Esta especie (dice d'Orbigny) nos representa en pequeño la Marginella bifasciata, Lamarck. También tiene su última vuelta cónica y su borde interno dentado; sin embargo, se distingue no solo por su tamaño diez veces menor sino también por su espira más saliente, por sus costillas prolongadas en toda la longitud y además por sus dientes mucho mayores en el borde. La he hallado en la arena de la Martinica que ha traído M. de Candé, y es bastante común.”*

**Material examinado:** Un ejemplar colectado vivo en cada una de las siguientes estaciones de la expedición Madibenthos: AD067 (3 mm largo, PM024), AD216 (3mm largo, MC 863-866), AD239 (2-8 × 1-7, MC 1037-38), AB390 (2'51x1'45 mm, MC 616-627) y AD623 (2'51x1'45 mm, PM340), los mayores con un tamaño máximo de longitud de la concha de 3 mm, similar al de la descripción original. No ha sido posible estudiar la fracción seca del material de *Eratoidea* y las ilustraciones de los animales vivos están disponibles en el MNHN, Paris, asociadas con las iniciales de los autores de las fotografías: PM y MC.

**Observaciones** El ejemplar colectado en la estación AD216 fue utilizado para comprobar que no existe rádula, una característica del género; además, el osfradio era más voluminoso que la branquia (lámina 1E y 2C), con 24 laminillas el primero y 46 más estrechas, la segunda. El animal vivo (lámina 1B) tiene el sifón blanco nieve y los tentáculos hialinos, con una mancha circular de color naranja en su base y por encima de cada ojo. El manto que recubre el borde anterior de la concha es hialino con manchas redondeadas blanco níveo y la suela del pie también es hialina con manchas blancas, cuya forma y extensión varían desde una gran mancha fragmentada en lóbulos irregulares cerca de los bordes laterales, hasta 10 manchas irregulares, con las dos anteriores y la posterior de mayor tamaño que las 5-6 restantes (lámina 2A).



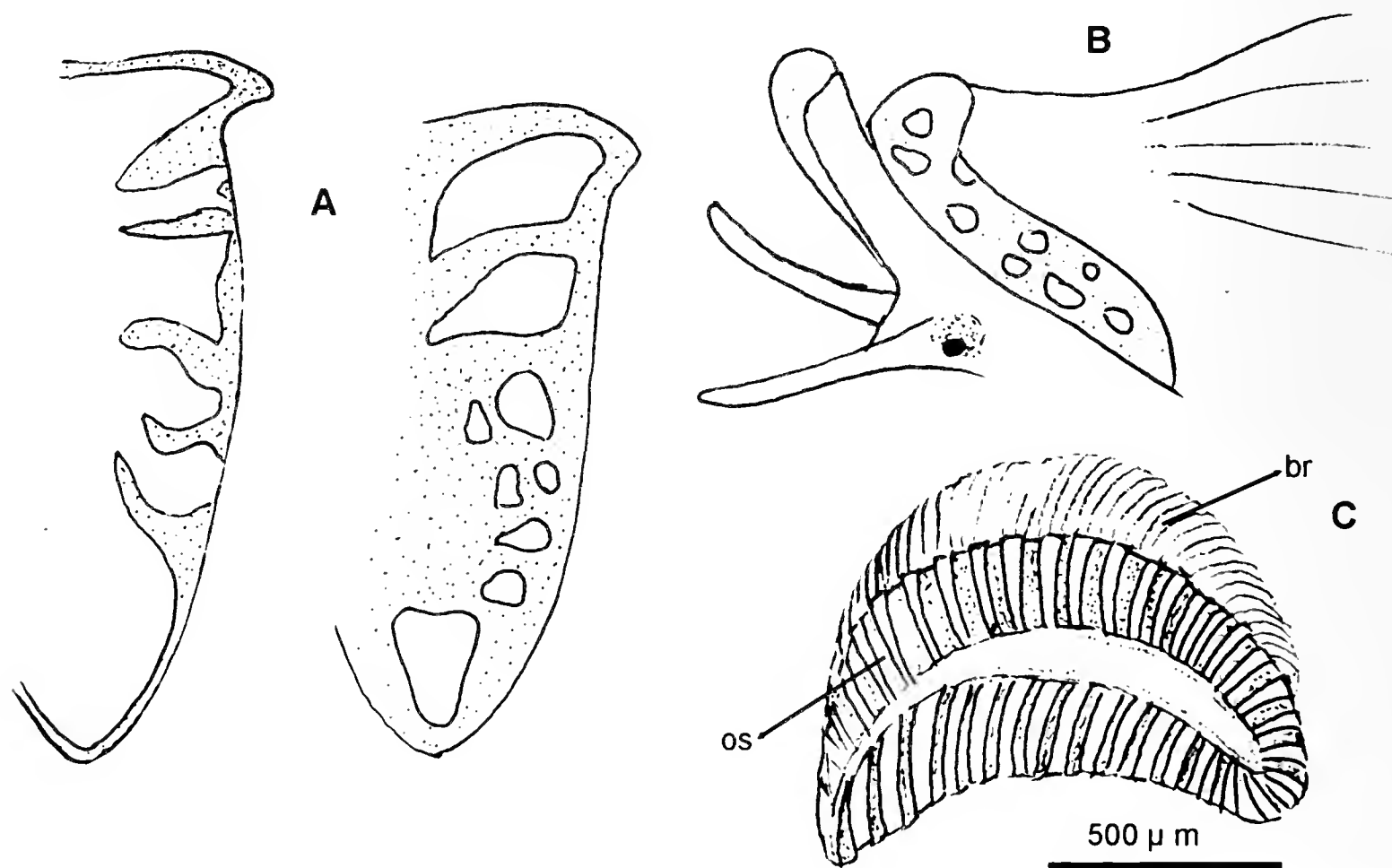
**Lámina 1.-** *Eratoidea sulcata* (d'Orbigny, 1842): figura original de d'Orbigny (1842) de un ejemplar de 3'0 × 1'5 mm (A), animal vivo (B), concha (C), detalle del ápice (D) y animal extraído de la concha (E) donde se ve el osfradio (os).

**Discussion:** En torno al nombre *Eratoidea sulcata* ha existido cierta confusión histórica en la literatura. TRYON (1883) lo considera un sinónimo, o una variedad de *E. striata* (Sowerby 1846), incluyendo además a *E. scalaris* (Jousseume, 1875), especie procedente del Brasil de tamaño más grande (4'71 × 2'67mm) y de forma diferente (véase MCCLEERY, 2011). Posteriormente TOMLIN (1917) y por la ley de prioridad, incluye a *E. striata* en la sinonimia de *E. sulcata*, dándole estabilidad a la especie de d'Orbigny descrita cuatro años antes que la de Sowerby. Sin embargo, las figuras originales de *E. striata* y las ofrecidas

por TRYON (1883) no permiten relacionarla directamente con *E. sulcata*, además de que no existe una localidad definida para *E. striata*, dato que hubiera facilitado la localización y redescrición de esta especie.

En la actualidad, hasta 12 especies antillanas están relacionadas con el grupo de *E. sulcata*, 6 descritas por MCCLEERY (2011): *E. fuiensis*, de bahía Fuik, Curazao, *E. gorda*, de Gorda Sound, Islas Vírgenes Británicas, *E. rugata*, de Union Islands, San Vicente y Granadinas, *E. sotaventoensis*, de Las Aves de Sotavento, Venezuela, *E. unionensis*, de Chatam Bay, Union Islands, San Vicente y Granadinas y *E. viequesa*, de isla Vieques, Puerto Rico; otras 5 descritas por ESPINOSA & ORTEA (2013), de la Guadalupe: *E. megeae*, *E. houardi*, *E. oettlyi*, *E. lebouti* y *E. lefebvrei*, además de *E. espinosai* Espinosa & Ortea, 2014, de la bahía de Taco, Baracoa, Cuba. Otro congénere del grupo es *Eratoidea* cf. *sulcata*, de Isla Quatre, San Vicente e Islas Granadinas, morfo que MCCLEERY (2011) no llega a describir y en cuyas figuras parecen estar mezcladas más de una especie (véase MCCLEERY, 2011, figs. 144-147).

ARANGO (1878-80) cita para Cuba a *E. striata*, hallada en la arena de Cojimar, La Habana, donde la considera rara, y señala que *E. sulcata* de Martinica, es probablemente la misma especie que la anterior. En la colección de Arango, depositada en el Instituto de Ecología y Sistemática, Cuba, no hemos localizado a *E. striata*, ni en los muestreos que hemos realizado en Cojimar y localidades próximas, por lo que el registro de esta especie para Cuba, pensamos que debe de ser repudiado.



**Lámina 2.-** *Eratoidea sulcata* (d'Orbigny, 1842): esquema de las manchas blanca en la suela del pie de dos coloraciones extremas (A), esquema de la parte anterior del animal vivo (B) y esquema (C) del osfradio (os) y de la branquia (br).



MCCLEERY (2011), a partir de 5 ejemplares recolectados vivos en Martinica (2'26 × 1'31 - 1'64 × 1'60 mm), redescubre y figura la concha de lo que él llama *E. sulcata*, y señala que no fueron observados los animales vivos. Tampoco los comparó con el tipo de la especie, ni con la figura original de la obra de D'ORBIGNY (1842), con los que no guardan ninguna relación al ser las proporciones del ejemplar que figura (MCCLEERY, 2011; fig.143), Id= 1'67, diferentes a las del *E. sulcata* de la descripción original de D'ORBIGNY (1842), el cual es más estrecho (Id= 2).

En el conjunto del material recolectado en Martinica, el morfo que mejor se ajusta a la figura original de D'ORBIGNY (1842) es el del ejemplar que hemos ilustrado en la Lámina (1B-D), que sigue siendo distinto al iconotipo (lámina 1A) de la especie, pero su concha es similar a la figura 143 de McCleery y fue el más común en los muestreos realizados por la Expedición MADIBENTHOS, lo que coincide con lo expresado por d'Orbigny, “*es bastante común*”.

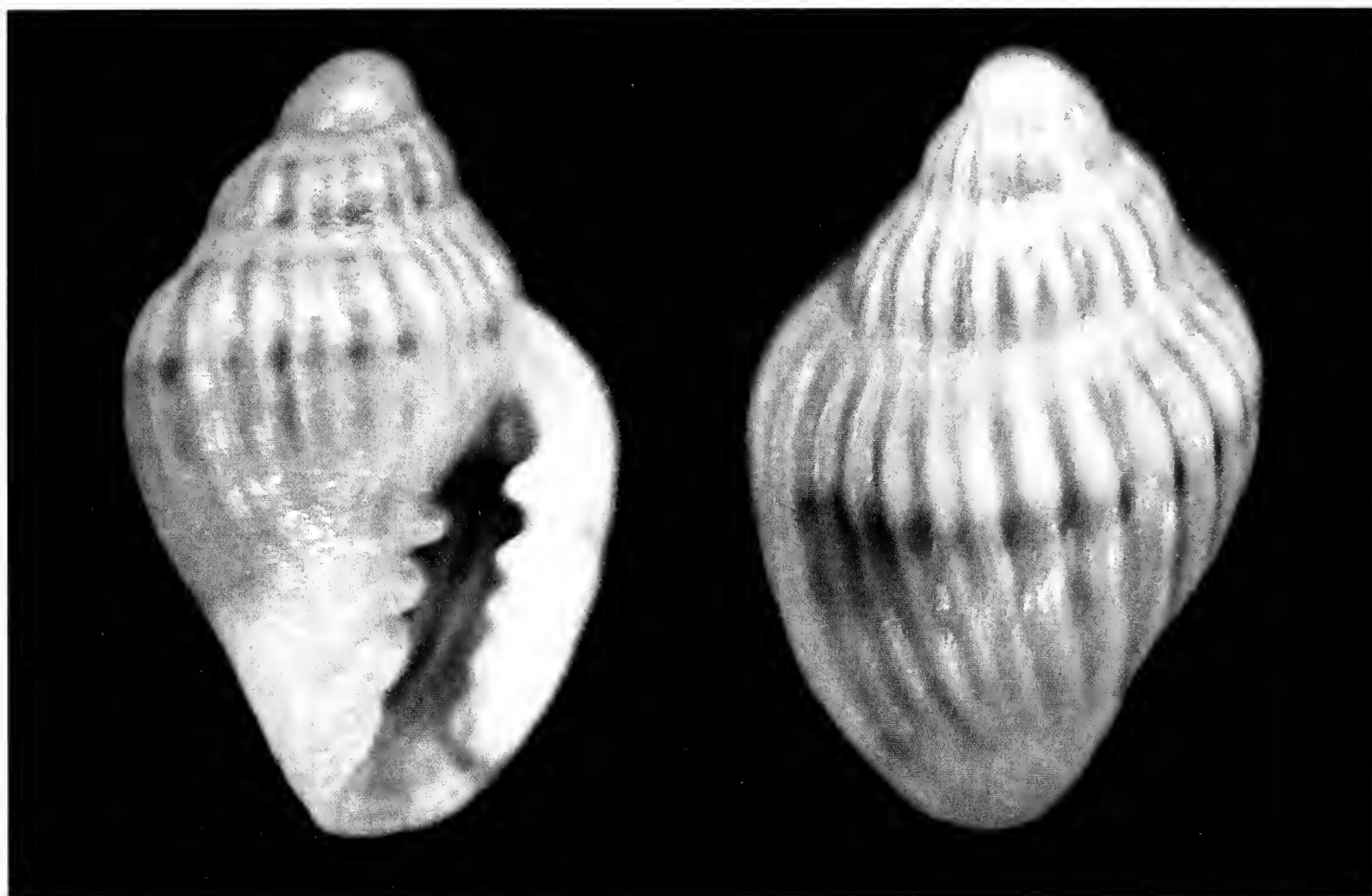
***Eratoidea orbignyana* especie nueva**  
(Lámina 3)

**Material examinado:** Una concha en perfecto estado de conservación, recolectada (11/09/2016) en Pointe Borgnesse, Martinica, localidad tipo (Estación AD067: 60°89'97"N; 14°44'79"W) dragada a mano por Jacques Colomb. Holotipo (2'4 mm de largo y 1'55 mm de ancho) depositado en el MNHN, Paris.

**Descripción:** Concha de forma bicónica, poco alargada y muy ancha (Id= 1'54), con la espira aguda (Av= 70°), muy extendida (38%), formada por 2 y un cuarto de vueltas, de las cuales la primera, grande y redondeada, es de protoconcha; la tercera y última vuelta ocupa el 62 % del largo total de la concha. Escultura formada por numerosas costillas axiales relativamente estrechas, separadas por espacios intercostales casi del mismo ancho que las costillas; en la última vuelta hay hasta 24 costillas axiales, más señaladas hacia el hombro de la vuelta. El labio externo esta insertado en la espira bien por debajo de la sutura de la vuelta anterior, reforzado por una várice ancha y engrosada, provista en su borde interno libre de 6 denticulos palatales, los 3 posteriores más desarrollados que los 3 anteriores, sobre todo el primero posterior que es el mayor de todos. La abertura es comparativamente corta y algo ancha, con 4 pliegues columelares en su borde parieto columelar interno, los dos centrales más desarrollados que los dos de cada extremo. La concha es de color blanco leche, con una ancha banda espiral parda amarillenta, muy pálida, en la parte media de la última vuelta, la protoconcha y la várice palatal son blancas, esta última con dos líneas pardas claras, una anterior entre el primer y segundo denticulo palatal y la otra entre el quinto y el sexto posterior. Animal desconocido.

**Etimología:** Nombrada en honor de Alcide d'Orbigny, por su gran contribución al conocimiento de los moluscos de Cuba, Martinica y Guadalupe.

**Discusión:** La forma y el patrón de color de la concha de *Eratoidea orbignyana*, especie nueva, la acercan al *E. sulcata* de MCCLEERY (2011, *non* d'Orbigny, 1842) y a nuestra



**Lámina 3.-** *Eratoidea orbignyana*, especie nueva, holotipo (2'4 × 1'55 mm).

interpretación de *E. sulcata* comentada anteriormente, de la cual difiere por su forma más ancha (Id= 1'54 y 1'67, respectivamente), su abertura relativamente más ancha, con los denticulos palatales y pliegues columelares menos desarrollados, entre otros caracteres, y que también la diferencia de otras especies similares del grupo de *E. sulcata* (véase MCCLEERY, 2011 y ESPINOSA & ORTEA, 2013 y 2014).

***Eratoidea madinina* especie nueva**  
(Lámina 4A)

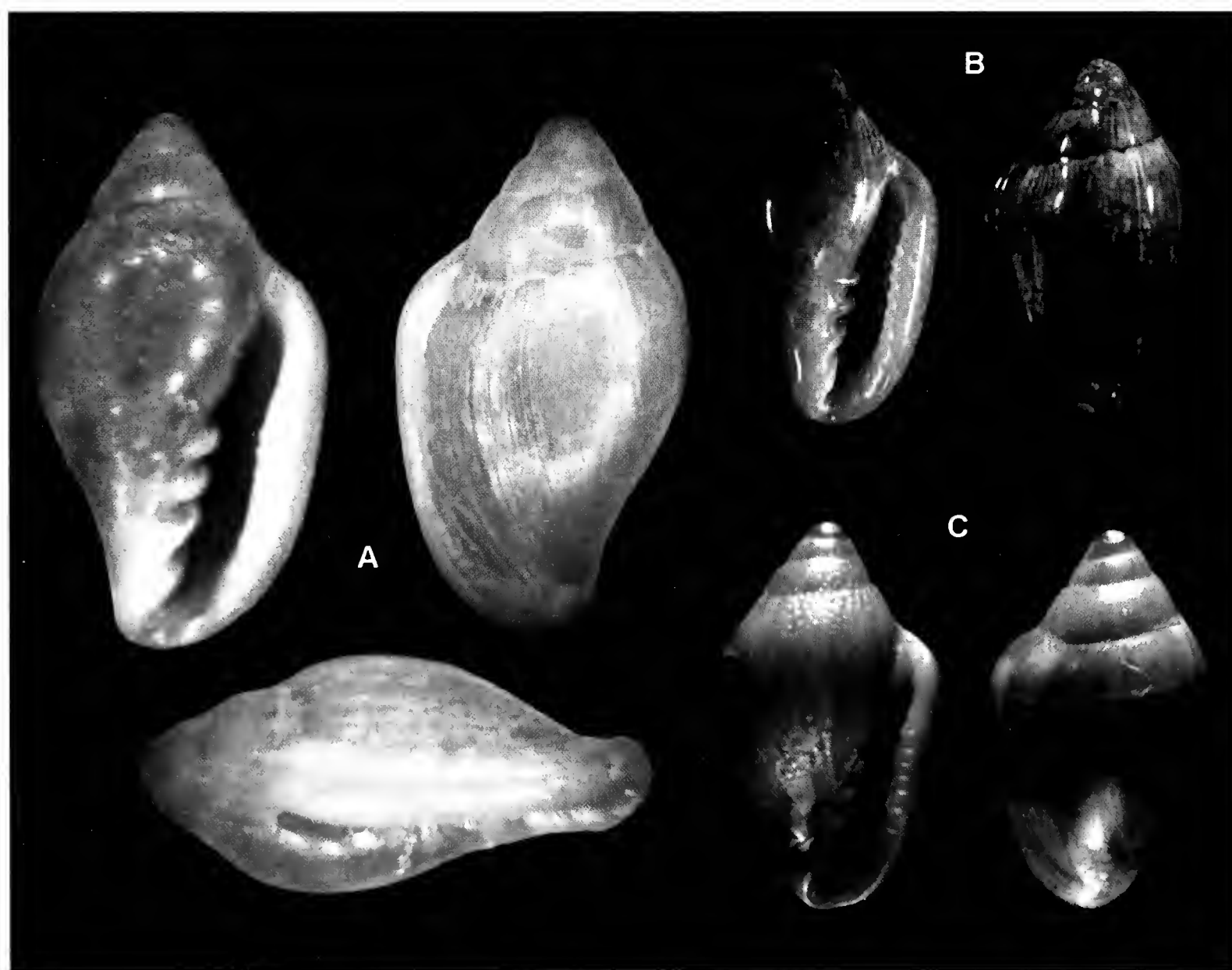
**Material examinado:** Una concha vacía en buen estado de conservación, recolectada (16/09/2016) en la bahía de Robert (localidad tipo, estación AD236: 60.8003'N, 14.675933'W), Martinica, en dragados de bentos. Holotipo (11'0 mm de largo y 6'1 mm de ancho) depositado en el MNHN. Un segundo ejemplar similar al tipo y en mejor estado de conservación en la colección Lamy.

**Descripción:** Concha de forma bicónica, algo alargada y muy ancha, (Id= 1'8) con la espira extendida y aguda (Av=70°), formada por unas 3 vueltas, de las cuales la primera, grande y redondeada, es de protoconcha; la cuarta y última vuelta ocupa el 70'8 % del largo total de la concha. Labio externo varicoso, ancho y engrosado, insertado en la espira bien por debajo de la sutura de la vuelta anterior y provisto en su borde interno libre de denticulos palatales bajos y poco desarrollados, el primero de ellos muy reducido. Abertura estrecha y casi recta, de anchura uniforme en el tramo ocupado por los pliegues columelares

y estrechándose ligeramente por encima de ellos. La superficie de la concha es casi lisa, marcada solo por finas líneas axiales de crecimiento. Columela con 4 pliegues muy gruesos, los 3 posteriores algo más prominentes que el primero anterior; los 2 anteriores y los 2 posteriores son paralelos entre sí, y los posteriores están dispuestos casi perpendiculares al eje columelar de la concha. Color crema rosado, casi uniforme, con la protoconcha de color rosa. Animal desconocido.

**Etimología:** Por Madinina, isla de las flores, nombre de Martinica en lenguaje *creole*, de uso común entre los habitantes de la isla.

**Discusión:** Por su tamaño relativamente grande dentro del género, su forma bicónica y la ausencia de costillas y pústulas notables en la escultura de su concha, *Eratoidea madinina*, especie nueva, pudiera ser comparada con el grupo de *E. margarita* (Kiener, 1834), *sensu* MCCLEERY (2011), y sus cuatro especies asociadas conocidas hasta ahora, sobre todo con *E. kiesieri* Espinosa & Ortea, 2013 (lámina 4B), de la vecina isla de la Guadalupe, la cual es de tamaño menor ( $7.5 \times 4.3$  mm), con el mismo número de vueltas y proporcionalmente más ancha ( $Id= 1.74$ ), con los pliegues columelares no tan desarrollados, con di-



**Lámina 4.-** *Eratoidea madinina*, especie nueva, holotipo de  $11.0 \times 6.1$  mm (A). *Eratoidea kiesieri* Espinosa & Ortea, 2013, holotipo de  $7.5 \times 3.4$  mm (B). *Eratoidea hematita* (Kiener, 1834), ejemplar de  $8.0 \times 4.65$  mm (C).

ferencias en su disposición y la espira más corta y ancha; su labio palatal interno es más grueso, ancho y recto, con denticulos internos más marcados y el canal posterior o anal es más corto, entre otros caracteres. *E. margarita*, especie tipo del género, es de forma diferente y de menor tamaño (lectotipo: 7'7 × 5'1 mm), diferencias que también separan a *E. madinina*, especie nueva, de *E. lozii* McCleery, 2011 (holotipo: 4'7 × 2'95 mm) y de *E. pointieri* Espinosa & Ortea, 2013 (holotipo: 9'06 × 4'45 mm), véase MCCLEERY (2011) y ESPINOSA & ORTEA (2013).

El grupo de especies de *Eratoidea hematita* (lámina 4C), que incluye además de *E. hematita* (Kiener, 1834) a *E. cochensis*, *E. ranguanaensis*, *E. pustulata*, *E. robusta* y *E. grandis*; todas descritas por MCCLEERY (2011), son de tamaño menor, excepto *E. grandis* (holotipo: 14 × 7'39 mm) pero su forma es muy distinta, con la concha aguzada hacia ambos extremos, de espira más extendida y con diferente desarrollo de sus pliegues columnares (véase MCCLEERY, 2011).

#### 4. AGRADECIMIENTOS

El material estudiado en este trabajo se recolectó en la isla de Martinica durante la expedición MADIBENTHOS (investigador principal Philippe Bouchet) organizada por el MNHN Paris con el apoyo de los Fondos Europeos de Desarrollo Regional (FEDER), la Agencia de las Áreas Marinas Protegidas (AAMP), la DEAL y la Oficina del Agua (ODE) de Martinica y el apoyo logístico de la Marina Nacional a través de su Base de Fort Saint Louis, entre otros patrocinadores. Manuel Caballer realizó la foto del animal vivo de *Eratoidea sulcata*.

#### 5. BIBLIOGRAFÍA

- AGUAYO, C. G. 1943. Centenario de los "Moluscos" de d'Orbigny en la obra de la Sagra. *Revista Sociedad Malacológica "Carlos de la Torre"*, 1(1): 37-40.
- ARANGO, R. 1978-80. Contribución a la fauna malacológica cubana. Montiel y Cía., La Habana, 280 págs.
- BOUCHET, P. & J. P. ROCROI, eds. 2005. Classification and Nomenclator of Gastropods Families. *Malacologia*, 47(1-2): 1-397.
- ESPINOSA, J. & J. ORTEA. 2007. El género *Gibberula* (Mollusca: Neogastropoda: Cystiscidae) en Cuba con la descripción de nuevas especies. *Avicennia*, 19: 99-120.
- ESPINOSA, J. & J. ORTEA. 2013. Nuevas especies de los géneros *Dentimargo* Cossmann, 1899 y *Eratoidea* Weinkauff, 1879, y nuevo género de marginélido de la Isla de la Guadeloupe, Antillas Menores, Mar Caribe (Mollusca: Neogastropoda: Marginellidae). *Revista Academia Canaria de Ciencias*, XXV: 111-127.
- ESPINOSA, J. & J. ORTEA. 2014. Nuevas especies de moluscos gasterópodos (Mollusca: Gastropoda) del Parque Nacional Alejandro de Humboldt, Sector Baracoa, Guantánamo, Cuba. *Revista Academia Canaria de Ciencias*, Vol. XXVI, 107-135.

- ESPINOSA, J. & J. ORTEA. 2015. Nuevas especies de la familia Marginellidae (Mollusca: Neogastropoda) de Puerto Rico, Cuba, México y los Cayos de la Florida. *Revista Academia Canaria de Ciencias*, Vol. XXVII, 189-242.
- ESPINOSA, J., J. ORTEA & L. MORO. 2010 (11). Nuevos datos sobre la familia Marginellidae (Mollusca: Neogastropoda) en Cuba, con la descripción de nuevas especies. *Revista Academia Canaria de Ciencias.*, XXII (3): 161-188.
- FISCHER, J. C., ed. 1997. *Révision critique de la Paléontologie Française d'Alcide d'Orbigny incluant la réédition de l'original*. Volume 2, *Gastéropodes jurassiques*. Masson, Paris, 330 pp., 38 pls.
- KAICHER, S. D. 1992. Card Catalogue of World-Wide Shells, Pack nº 60-Marginellidae. Fichas publicadas por el autor.
- MCCLEERY, T. 2011. A revision of the genus *Eratoidea* Weinkauff, 1879 (Gastropoda: Marginellidae). *Novapex*, 12 (HS 8): 1-111.
- MIKKELSEN, P. M. & R. BIELER. 2008. *Seashells of Southern Florida. Living marine mollusks of the Florida Keys and adjacent regions. Bivalves*: Princeton, University Press. 503 pp.
- ORBIGNY, A. de. 1842. Láminas de Moluscos. En: *Historia física, política y natural de la Isla de Cuba* (R. de la Sagra, ed.). Atlas del Tomo 5 (1845) 376 pp.
- TOMLIN, J. R. LE B. 1917. The Systematic list of the Marginellidae. *Proceedings of the Malacological Society of London*, 12 (5): 242-306.

**Fecha de recepción: 18 septiembre de 2017 / Fecha de aceptación: 31 de octubre de 2017**

## **Illustrated catalogue of cold water corals (Cnidaria: Anthozoa) from Alboran basin and North Eastern Atlantic submarine mountains, collected in Oceana campaigns**

**Ocaña, O.<sup>1\*</sup>, V. de Matos<sup>2</sup>, R. Aguilar<sup>3</sup>, S. García<sup>3</sup> & A. Brito<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Museo del Mar de Ceuta, Muelle España, s/n, 51001 Ceuta, Spain

<sup>2</sup> Department of Oceanography and Fisheries, Taxonomy and biogeography, University of Azores

<sup>3</sup> Oceana-España, Plaza de España-Leganito, 47, 28013 Madrid

<sup>4</sup> Grupo de investigación BIOECOMAC, Unidad Departamental de Ciencias Marinas  
Universidad de La Laguna, Canary Island, Spain

\*Corresponding author: Óscar Ocaña  
email: lebruni@telefonica.net

### **ABSTRACT**

Along the Oceana marine exploration trips (2011-2012) it has been collected 17 species of cold water corals (Cnidaria: Anthozoa) from deep Alboran basin and submarine mountains located South of Portugal. There are two new records from the Mediterranean and also an important find regarding the enigmatic *Dendrobrachia bonsai*. The paper is completed by some images with deep habitats information showing some of the studied species.

**Key words:** deep water corals, Alboran basin, Mediterranean, Ormonde and Gorrige seamount, South of Portugal.

### **RESUMEN**

A lo largo de las campañas de exploración marina de Oceana (2011-2012) se han recogido 17 especies de corales (Cnidaria: Anthozoa) de aguas profundas (circalitorales y sobretudo batiales) de la región de Alborán y de las montañas submarinas (Ormonde y Gorrige) situadas al sur de Portugal. Hay dos nuevas citas para el Mediterráneo y también un importante hallazgo sobre la enigmática especie *Dendrobrachia bonsai*. Algunas imágenes de los hábitats de profundidad, que muestran algunas de las especies estudiadas, completan la información obtenida por las exploraciones mencionadas.

**Palabras clave:** corales profundos, Alborán, Mediterráneo, montañas submarinas Ormonde y Gorrige, Sur de Portugal.

## 1. INTRODUCTION

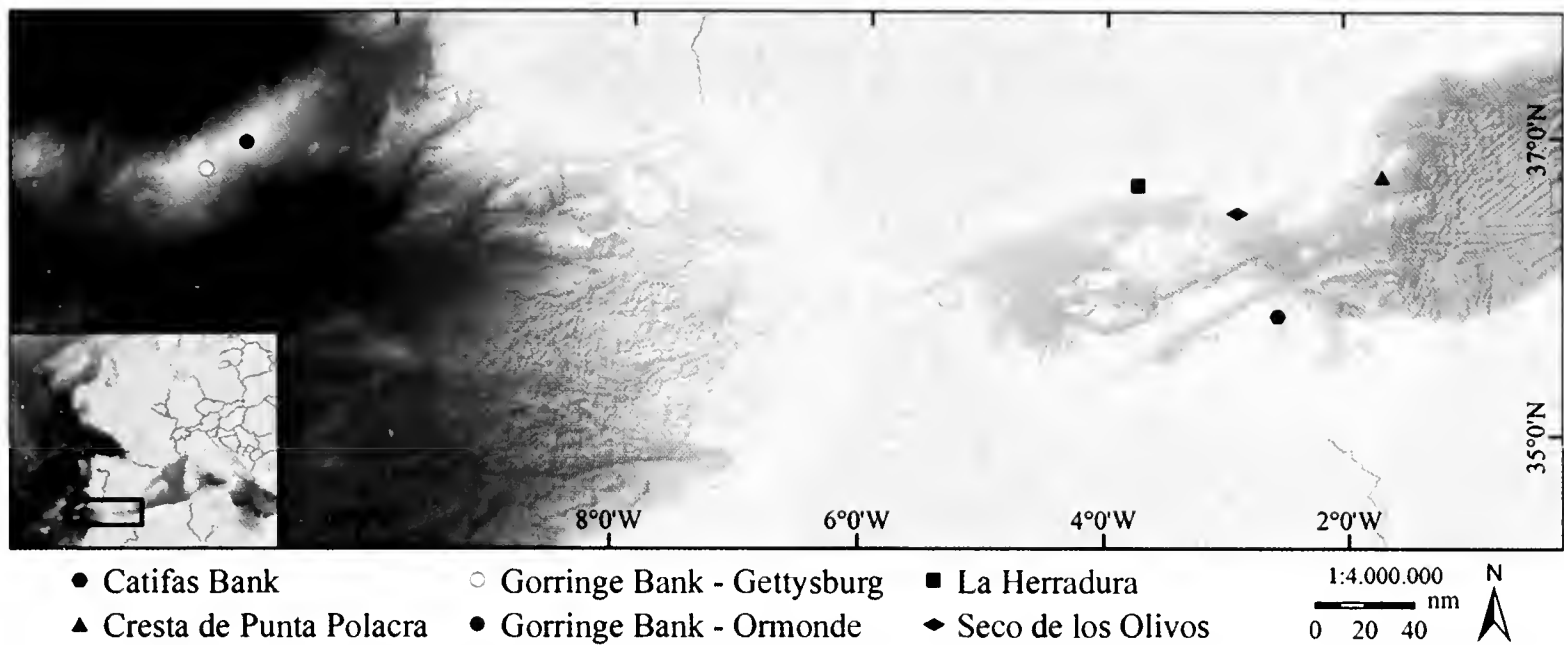
Along summer in 2011 Oceana campaigns explored several cold corals spots located in Alboran (Seco de los Olivos, Cresta de Punta Polacra, La Herradura y Catifas bank) and the submarine mountains at South Portugal (Gorringe bank: Gettysburg and Ormonde peaks). A digital guide was already published (OLIVEIRA *et al.*, 2017) about Gorringe submarine mountain or bank. The present paper shows some selected cold water corals of scientific and ecological interest. Historically, Alboran Sea and the Eastern Atlantic submarine mountains have been studied by diverse European explorations from the XIX century till nowadays. Recently, some exploration efforts have been focused on Alboran sea with conservation purpose in the context of the European projects. In Alboran context there are two European protected areas: South Almeria-Seco de los Olivos (LIC ESZZ16003) and the Marine Space of Alboran (LIC ESZZ16005). The cold corals studied in the present paper deal with diverse groups of Anthozoa with skeleton and its benthic assemblages, showing morphological and ecological characteristics. Some of them are already known from the studied area but others are new records from the Mediterranean as *Coenosmilia fecunda* or *Nicella granifera*. Special importance have the found of the species *Dendrobrachia bonsai* in the Alboran bottoms. It is already well known the presence of this last species, but we feel it did not receive the appropriate attention, taking into account that *Dendrobrachia* is an enigmatic genus and family, among two different morphological Anthozoa lines. However, not all the searched species have been studied due to the absence of samples, as the case of the genus *Leiopathes*. There are several species of such genus in the North East Atlantic region (see FERNANDES de MATOS, 2010) and can be plausible to find at least two of them living in Alboran deep bottoms.

## 2. MATERIAL AND METHODS

Samples of deep bottoms from Alboran Sea (Seco de los Olivos, Cresta de Punta Polacra, La Herradura y Catifas bank) and submarine mountains located at South Portugal (Gorringe bank: Gettysburg and Ormonde peaks) were searched and collected by using a Remote Operate Vehicle (ROV). Most of the samples came from the first meters down to 500 meters depth. Almost 40 hours of video were analyzed. All the ROV surveys were performed from the Ketch Catamaran Ranger using a Saab Seaeye Falcon DR ROV equipped with two forward-facing video cameras: (1) a high-definition camera with 1920x1080 resolution, 1/2.9" Exmor R CMOS Sensor, minimum scene illumination of 3-11 Lux, and a 4-48 mm, f/1.8-3.4 zoom lens; and (2) a high resolution camera of 540 TVL, 1/2" interline transfer CCD sensor, sensitivity of 0.35 Lux, and a 1/2" aspherical, wide-angle, fixed-focus lens, with Horizontal Field of View of 91° and a Tilt ±90°. The position of the ROV was continuously recorded using a LinkQuest Tracklink USBL Transponder with up to 0.25° accuracy. All samples were taken with the manipulator skid of the ROV.

Specimens were preserved in 8% sea water formaldehyde, and later stored in 70% alcohol in the collections of the "Museo del Mar de Ceuta (MMC)". Colonies of Scleractinia and Octocoral sclerites were prepared using hypochlorite, in order to remove the organic tissues to study the general morphology and the anatomical features of the skeleton





Locations map with the explored sites.

by means of a stereo dissecting microscope. Sclerites were examined with a light microscope equipped with a Normarski differential interference contrast optic system. The classification and terminology of sclerites follows BAYER, GRASSHOFF & VERSEVELDT (1983). The scales are included into the images or indicated in the legend of the figures; in the cases of the black and white scale bar are divided in centimeters. All the examined material and locations are included in the text.

### 3. RESULTS

#### Subclass Octocorallia Order Alcyonacea

#### Family Acanthogorgiidae Gray, 1857 (Figures 1-2)

*Acanthogorgia hirsuta* Gray, 1857

*Acanthogorgia hirsuta* Gray, 1857: 128. Description and distribution.

*Acanthogorgia hirsuta*, Grasshoff, 1973: 2, figs. 1-4, 10. Broad description, Mediterranean and Atlantic distribution.

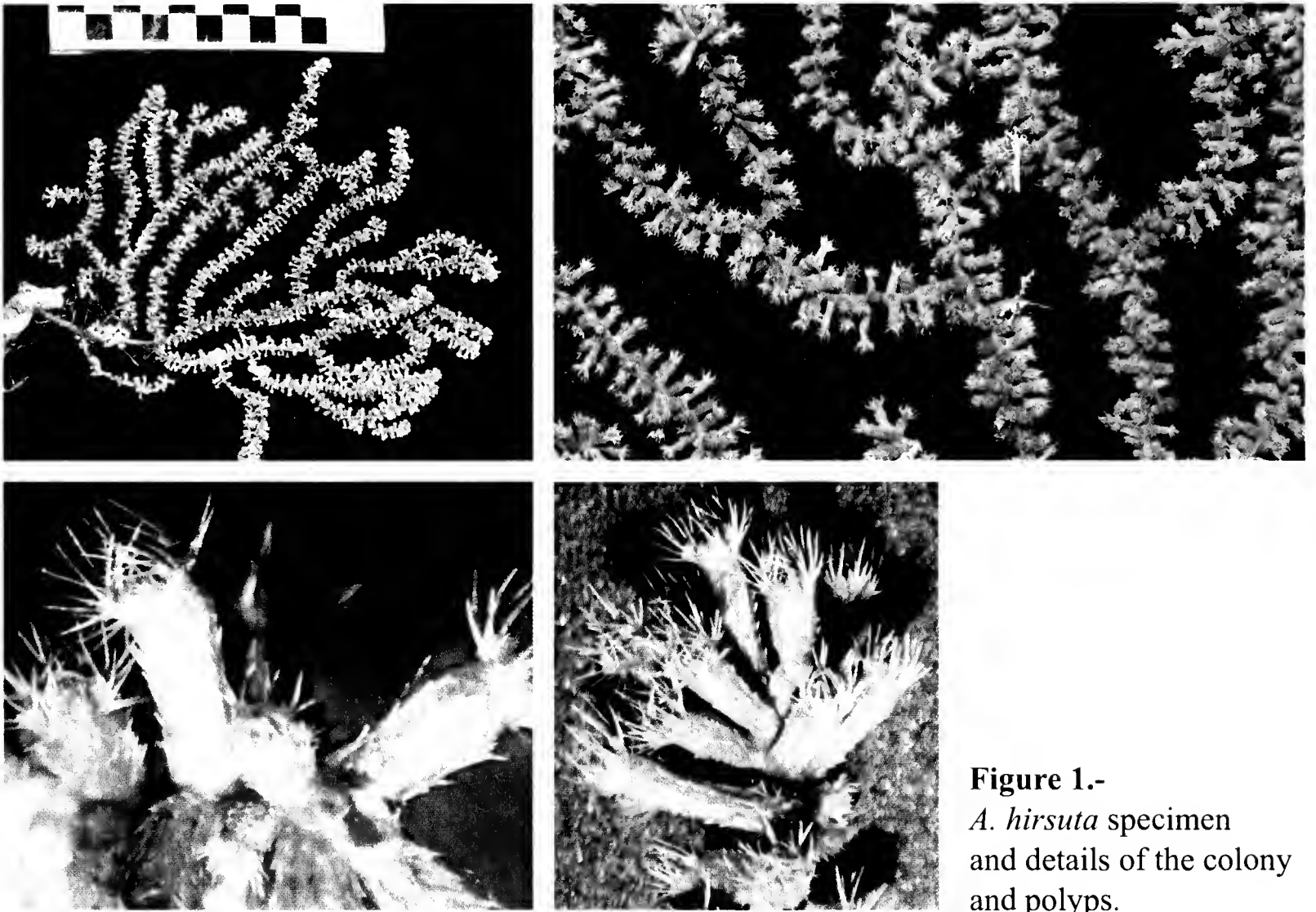
*Acanthogorgia hirsuta*, Carpine et Grasshoff, 1975: 68, figs. 36-37. Description and distribution: Azores, Morocco, Portugal, Strait of Gibraltar, Marseille, Corse and Naples.

*Acanthogorgia hirsuta*, Brito & Ocaña, 2004: 211, figs. 13-14. Description, ecology and distribution in Canary Islands.

*Acanthogorgia hirsuta*, Weinberg & Grasshoff, 2004: 434-435, 2 images. Mediterranean and Atlantic.

Material examined: MMC-440; M048, 07/08/2011, Catifas Bank, 465 m; 35°50.0899'N 002°34.3485'W; one colony. Alboran Sea.

*Remarks:* WEINBERG & GRASSHOFF (2003) recorded the species in Gibraltar, Corsica, Marseille and Naples. There are other citations along the Mediterranean included



**Figure 1.-**  
*A. hirsuta* specimen  
 and details of the colony  
 and polyps.



**Figure 2.-**  
*A. hirsuta* sclerites.

into some ecological publications but with no studied material, nor taxonomist confirmation. We add some characteristic sclerites to recognize the species but a complete description should be consulted in GRASSHOFF (1973) and BRITO & OCAÑA (2004).

Family Paramuriceidae Bayer, 1956

*Placogorgia massiliensis* Carpine & Grasshoff, 1975 (Figures 3-4)

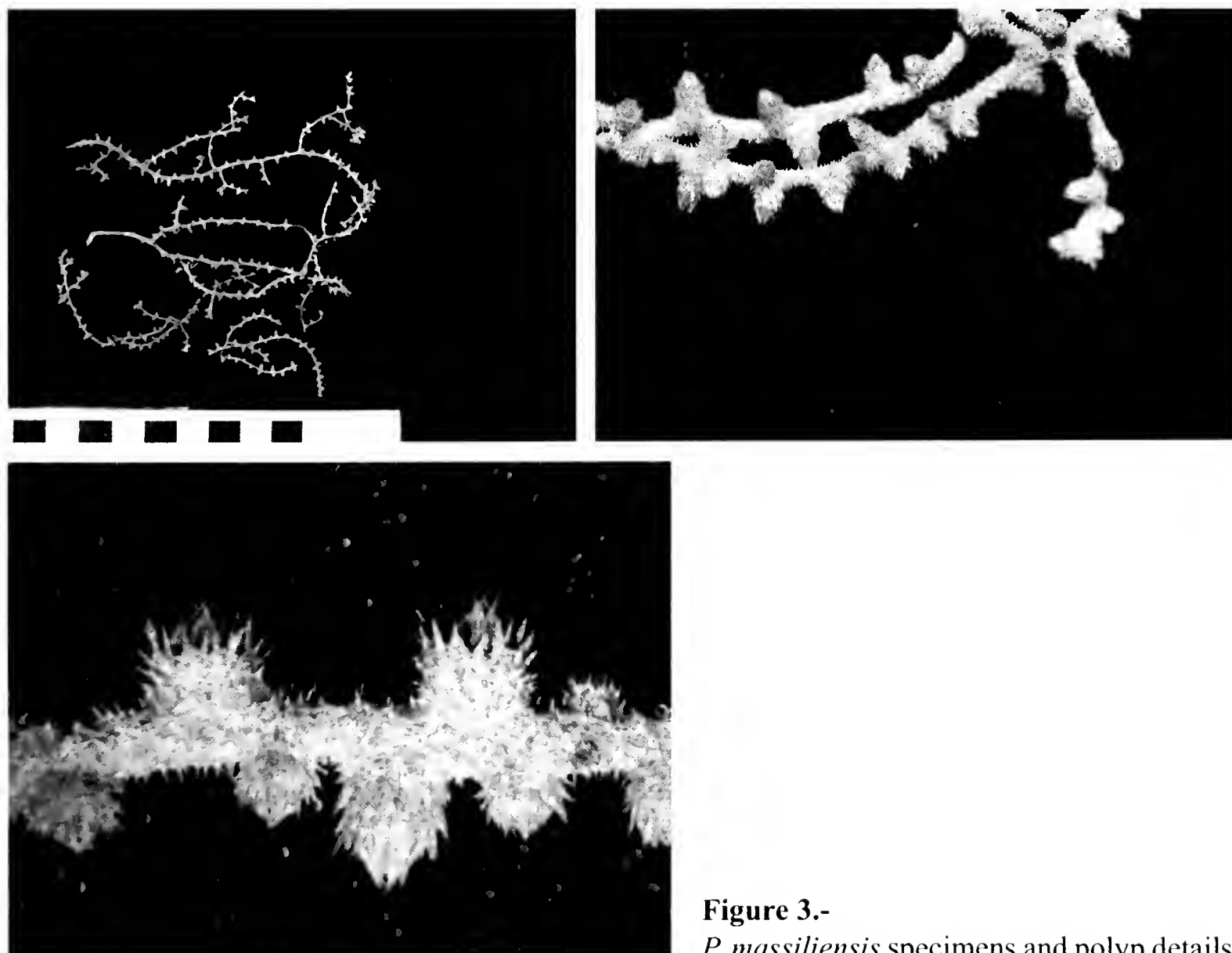
*Placogorgia massiliensis* Carpine et Grasshoff, 1975: 43 Description and images of the colony and sclerites; Mediterranean Sea: Gibraltar and Marseille.

*Placogorgia massiliensis*, Grasshoff, 1977b: 27, only brief comments on this Mediterranean species in relation to the other species from the Atlantic and Mediterranean.

*Placogorgia massiliensis*, Weinberg & Grasshoff, 2003: 432, repetition of the images, Gibraltar and Marseille.

Material examined: MMC-427, M15, 18/07/2011, yellow color, two colonies of 8 and 10 cm, Seco de los Olivos, 431 m, 36°31.7926'N 002°54.7470'W. Alboran Sea.

*Remarks:* the species have been previously recorded twice in the Mediterranean and we have also found it in the Alboran basin on 431 meters deep. Morphological features are included (colonial branching and sclerites) and it can be observed that our colony is more bushy than those samples studied by CARPINE & GRASSHOFF (1975). This is



**Figure 3.-**  
*P. massiliensis* specimens and polyp details.

*Placogorgia massiliensis* selected sclerites

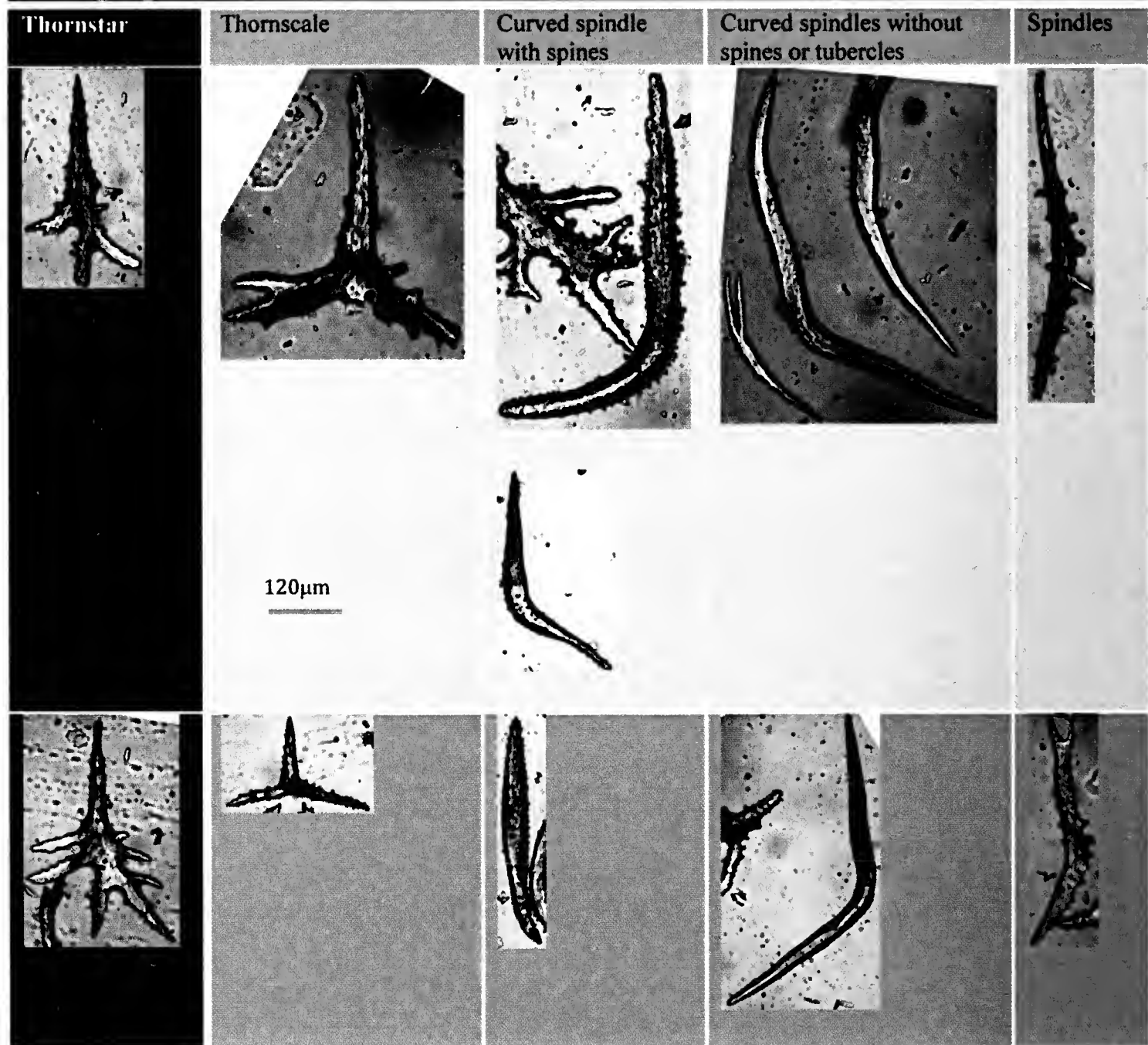


Figure 4.- *P. massiliensis* sclerites.

the third record of this species exclusively known from the Mediterranean. The species should be distributed along the Western Mediterranean and perhaps also in the nearby Atlantic bottoms.

*Spinimuricea atlantica* (Johnson, 1862) (Figures 5-7)

*Acanthogorgia atlántica* Johnson, 1862: 194, figs. 1-5. Madeira

*Paramuricea placomus* Thomson, 1927: 39, pl. 4.

*Echinomuricea atlantica*, Grasshoff, 1977b: 42, figs. 34-36. Complete description of the species, SEM sclerite images. From Galicia to Guinea Gulf including Alboran Sea in the Mediterranean.

*Echinomuricea atlantica*, López-González, 1993, Lams. 3C y 25. Descripción and characteristics including the SEM images. Strait of Gibraltar and Alboran Sea.

*Spinimuricea atlantica*, Grasshoff, 1992: 85-87, abb., 148 and 151. Grasshoff set up the genus *Spinimuricea*. From Galicia to Guinea Gulf including Alboran Sea in the Mediterranean.

*Spinimuricea atlantica*, Brito & Ocaña, 2004: 227-230, Lams. 22-23. Diagnosis and main features of the colonies including the SEM sclerites. 145 meters deep in Tenerife (Canary Islands).

Material examined: MMC- 437, H1, 16/07/2011, Punta de la Mona, La Herradura, one colony; 69 m, 36°42.8226'N 003°44.1814'W. Alboran Sea.

*Remarks:* This new record confirms the presence of the species along the Alboran Sea through the time (see GRASSHOFF, 1977 and 1992). Branched spindles are the main distinctive character of the species regarding the other species *Spinimuricea klavereni* (Carpine & Grasshoff, 1975) exclusively distributed along the Western Mediterranean. The species was collected in soft bottoms.

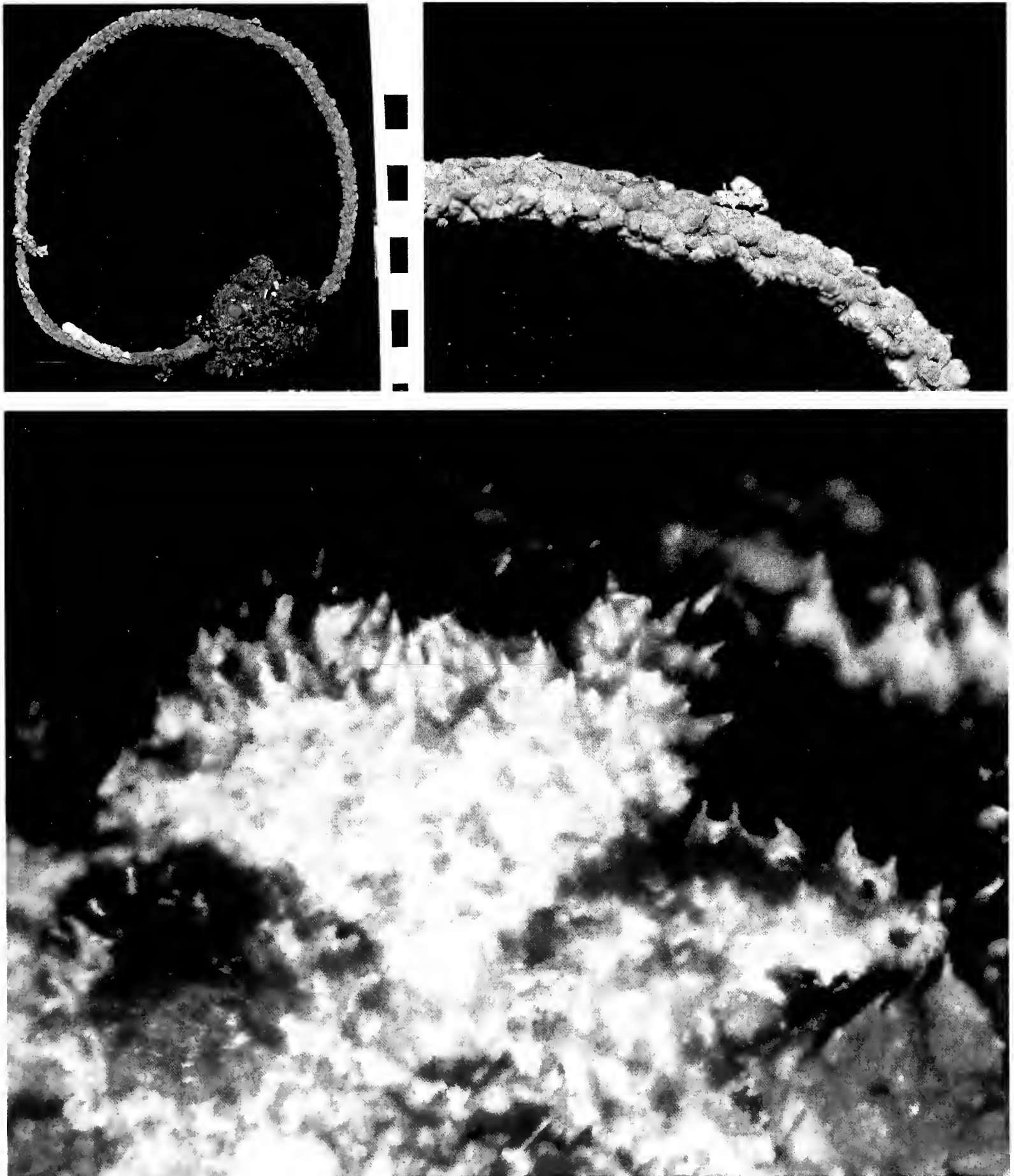


Figure 5.- *S. atlantica* specimen and polyp details.



Figure 6.- *S. atlantica* in the habitat searched, off Punta de la Mona.



Figure 7.- *S. atlantica* sclerites.

*Swiftia dubia* (Thomson, 1929) (Figures 8-9)

*Stenogorgia dubia* Thomson, 1929: 7-8. Brief description including the key characters to identify the species. Vizcaya Gulf.

*Stenogorgia miniata*, Studer, 1901: 53, Pl. VIII, figs. 7-8. Brief diagnosis and sclerites description with images of the colony.

*Swiftia pallida*, Madsen, 1970: see Grasshoff, 1977: 65.

*Swiftia rosea*, Tixier-Durivault et D'Hondt, 1974: 1400-1401. There is not description. Scandinavian, Azores, Canaries, Cape Verde, Ascension and also Florida and Grenada island.

*Swiftia pallida*, Carpine et Grasshoff, 1975: 62-67, figs. 32-35. Description, ecology and colony and sclerite images. Marseille, Corse, Alboran, Greek.

*Swiftia pallida*, Grasshoff, 1977: 65-67. Description and images of the colonies and sclerites. Atlantic: Ireland, Vizcaya Gulf, Morocco coast, Azores, Madeira; Mediterranean: Marseille.

*Swiftia pallida*, Grasshoff, 1981: 213-230. Distribution at the Mid-Atlantic Ridge back of the Azores Islands.

*Swiftia pallida*, Grasshoff, 1982: 946, Abb. 11-12. East Atlantic and Mediterranean.

*Swiftia dubia*, Grasshoff, 1986: 21. After searched the type material in Monaco the author recognise the chronological priority of *S. dubia*.

*Swiftia dubia*, Grasshoff, 1989: 208-209, distributed in both faces of the Strait of Gibraltar and Alboran Sea.

*Swiftia dubia*, Grasshoff, 1992: 92, the author just recognises the species in Thomson (1929) and includes some data about the distribution.

*Swiftia pallida*, Brito & Ocaña, 2004: 243-246, Lam. 31. Diagnosis, ecology and some remarks regarding the taxonomic problems with *Swiftia dubia*, Canary Islands.

*Swiftia pallida*, Weinberg & Grasshoff, 2003: 434-435, three images, repetition of some data from Grasshoff (1977), distribution follows those data published by Carpine et Grasshoff regarding the Mediterranean and along the Atlantic as follow: Ireland, British Islands, Vizcaya Gulf, Portugal, Azores, Madeira, Morocco.

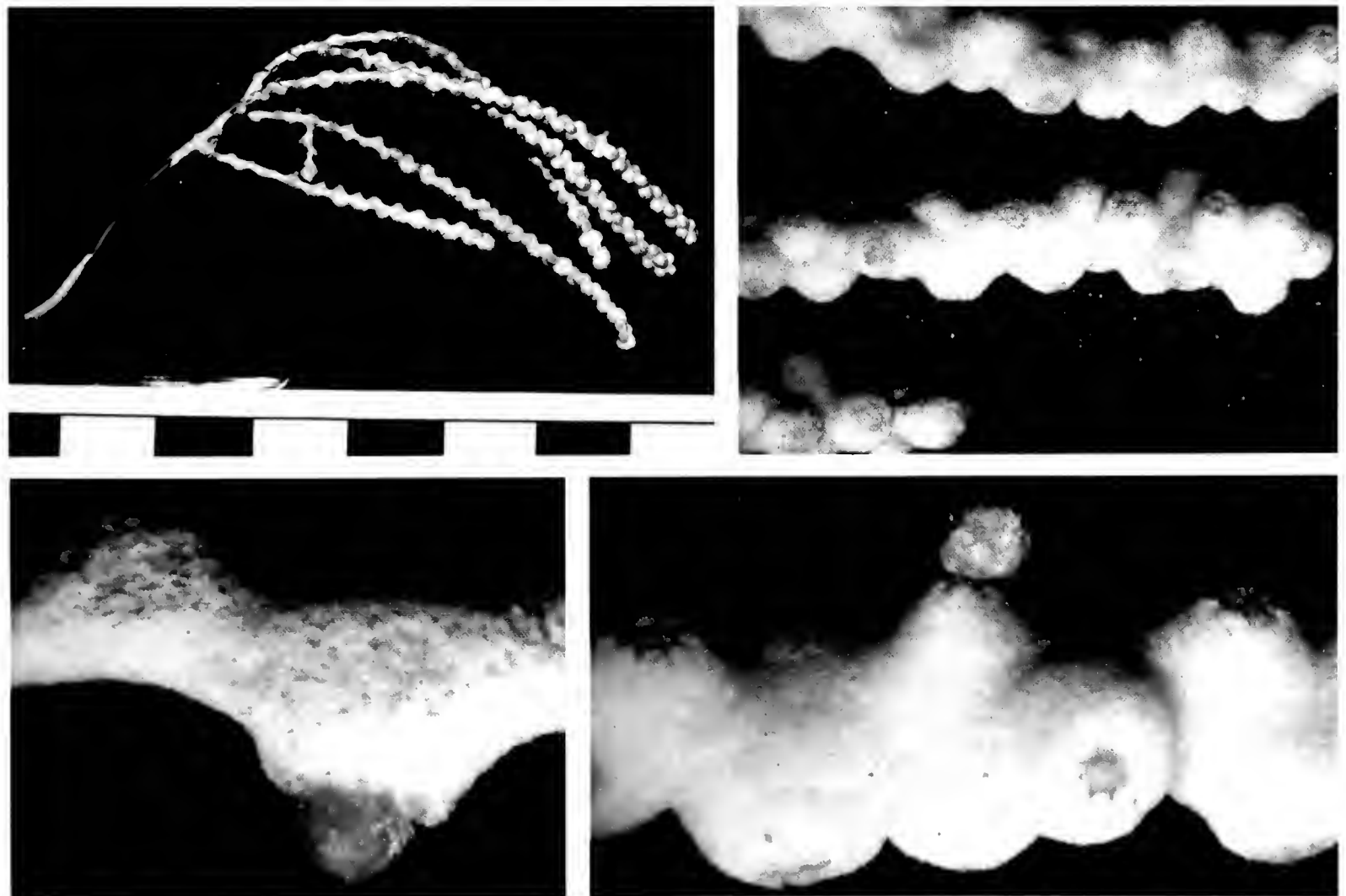


Figure 8.- *S. dubia* specimen and polyp details.

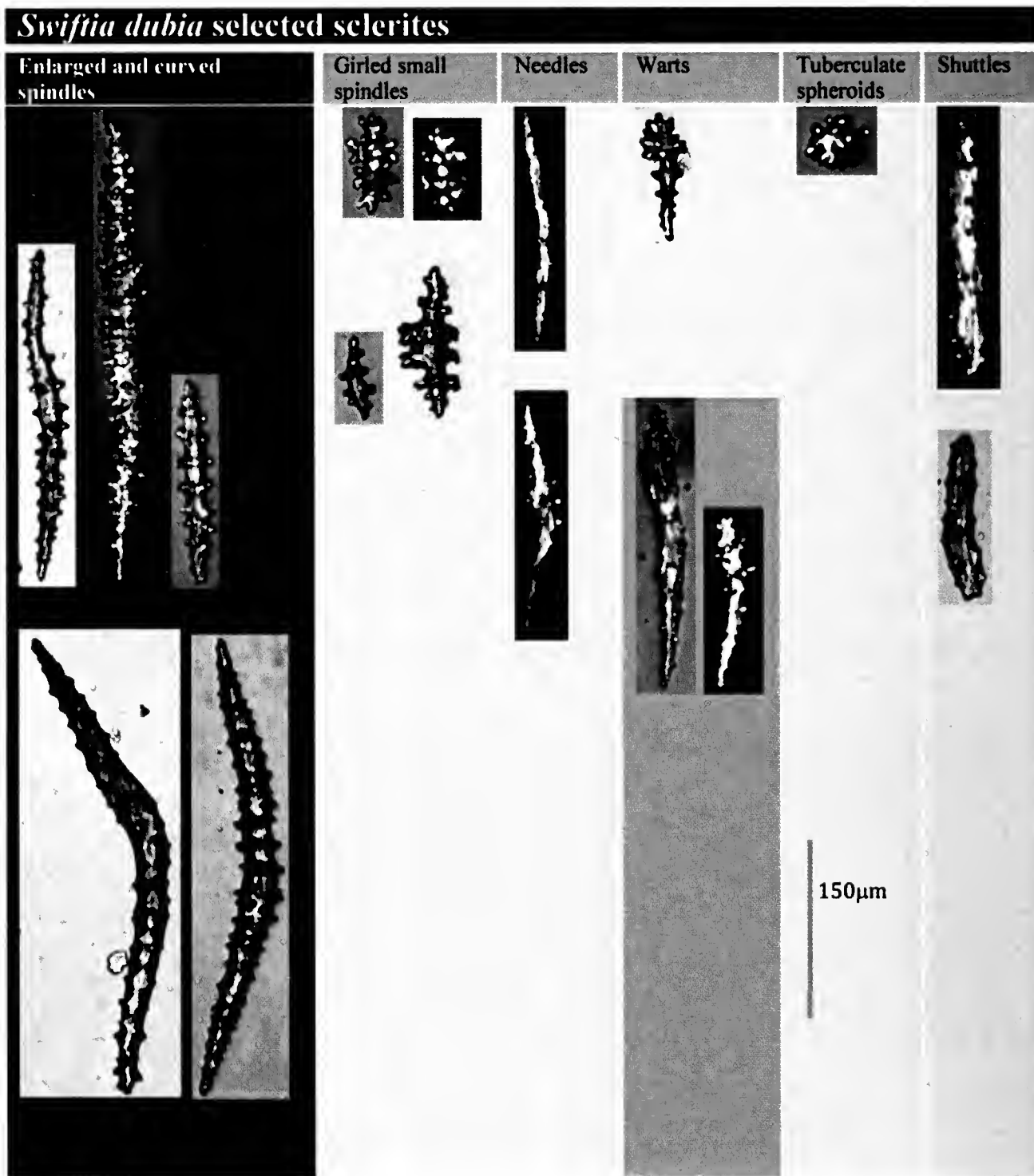


Figure 9.- *S. dubia* sclerites.

Material examined: MMC-433, M17, 21/07/2011, Seco de los Olivos, one colony; 116 m, 36°30.7926'N 002°51.0256'W. Alboran Sea.

*Remarks:* BRITO & OCAÑA (2004) were not sure about the identity of *S. dubia* described by Thomson in a brief document with no drawings (see THOMSON, 1929) mainly because *S. pallida* was validated in a Mediterranean book (see WEINBERG & GRASSHOFF, 2003). Nevertheless, and according to GRASSHOFF (1986) who revised the Thomson's type material of *Stenogorgia dubia*, the last species is identical to *S. pallida*. There is not any European or West African gorgonian with such numerous spindle and needle sclerites. There is a misunderstanding regarding the general distribution of the species since TIXIER-DURIVAUT (1975) extended the distribution range of the species to Cape Verde and Florida; Grasshoff partially assumed Tixier-Durivault distribution including Cape Verde (see GRASSHOFF, 1977). Although in an older paper, specially focussed on species distribution (GRASSHOFF, 1982), *S. pallida* (= *S. dubia*) were not found



downwards 30° of latitude and nor in America, we assume this last distribution range. The species have been already recorded in the Strait of Gibraltar, Alboran Sea and the Western Mediterranean basin. *S. dubia* seems an abundant species along the North East Atlantic region and it can form deep benthonic assemblages with *Caryophyllia smithii* var. *clavus* and other gorgonians growing on detritic bottoms; recently there is some images on *S. dubia* habitats (OLIVEIRA *et al.*, 2017). The differences of coloration and branching and polyps density along its geographical distribution can be searched using several taxonomical methods in order to find intraspecific variability and even different cryptic species.

### Family Ellisellidae Gray, 1859

#### *Ellisella paraplexauroides* Stiasny, 1936 (Figures 10-12 and 15)

*Ellisella paraplexauroides* Stiasny, 1936: 22, pl., 4, figs., 6 and 8. Cape Blanco.

*Ellisella paraplexauroides*, Carpine et Grasshoff, 1975: 98, figs., 53 and 54. Diagnosis, colony and sclerite features; African shores of the Mediterranean.

*Ellisella paraplexauroides*, Grasshoff, 1972: 81-83, abb 2 and 7. General description and sclerites drawing. Mediterranean and West African coasts from Tunisia to Cape Blanco.

*Ellisella paraplexauroides*, Grasshoff, 1977a: 30, figs., 11-12. Brief diagnosis and images of the main sclerites and colony morphology. Puerto de las Nieves, Gran Canaria.

*Ellisella paraplexauroides*, Grasshoff, 1992: 90-91, abb 150 and 154. Brief diagnosis and distribution from Tunisia to Angola.

*Ellisella paraplexauroides*, Brito & Ocaña, 2004: 261-265, fig., 145 and Lams., 39 and 40. Description, ecology, distribution and remarks.

*Ellisella paraplexauroides*, Weinberg & Grasshoff, 2003: 442, 1 image. Mediterranean and Atlantic

*Ellisella paraplexauroides*, Angiolillo *et al.*, 2012: 1-8, figs., 1-3. Descriptive characters and colonies pictures and sclerite SEM images. Pantelleria Island.

Material examined: MMC-431, M046, 04/08/2011, Submarine mountainins South Portugal: Gorringe bank, Ormonde peak; 132 m, 36°42.8692'N 011°03.3866'W. North East Atlantic.

*Remarks:* We found crosses among the sclerites of the analyzed specimens although these categories were not recorded previously (see CARPINE & GRASSHOFF, 1975; GRASSHOFF, 1972; GRASSHOFF, 1977a; BRITO & OCAÑA, 2004; WEINBERG & GRASSHOFF, 2003; ANGIOLILLO *et al.*, 2012). The scarcity of the crosses should be the reason not to include them in the previous publications as it happens with the other species of the Ellisellidae family searched in our present paper. Some hydroids growing on the branches tip have been observed in our samples and as a consequence of that unusual morphologies those are noticed (see fig. 10). Elongate coenenchyme on the gorgonian's tip should be the reaction of those octocoral to this hydroids parasitism. We can not reject the fishing interaction as the origin of this growths because the accidental injuries caused by the fishing activities may facilitate the hydroids settlement. The weird way of branching should be also due to the injuries caused by the fishing (see OLIVEIRA *et al.*, 2017: 139 and Fig. 12).

The species is widely spread mainly along the Atlantic (GRASSHOFF, 1992) and also in the African coast of the Western Mediterranean (see ANGIOLILLO *et al.*, 2012). *E. paraplexauroides* contribute to increase the importance of benthic assamblages in cir-

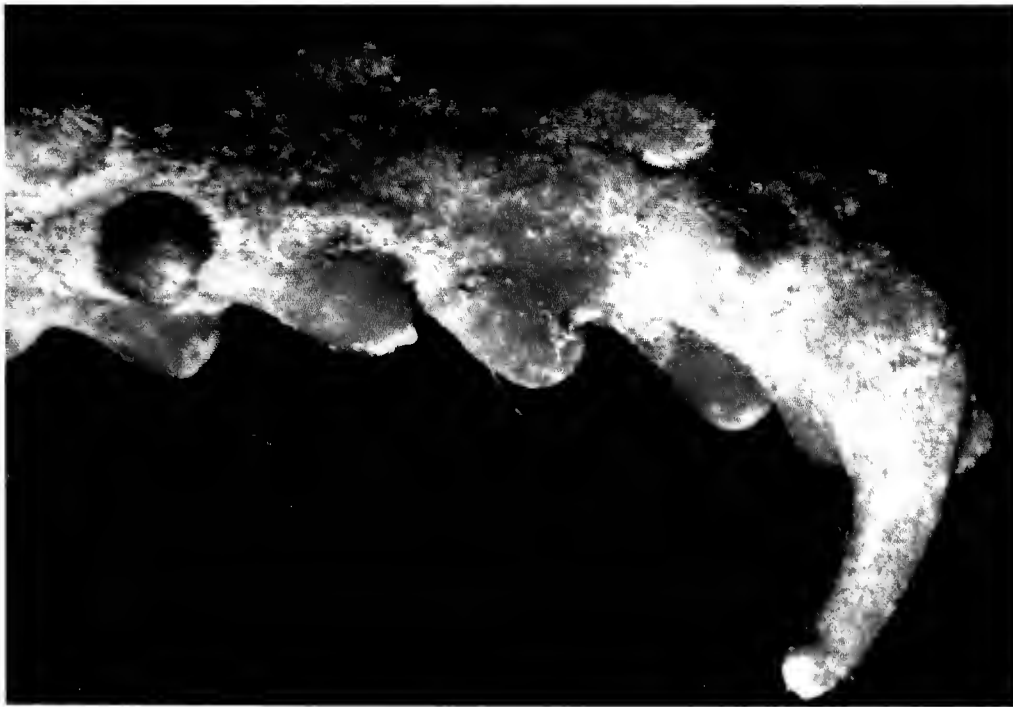
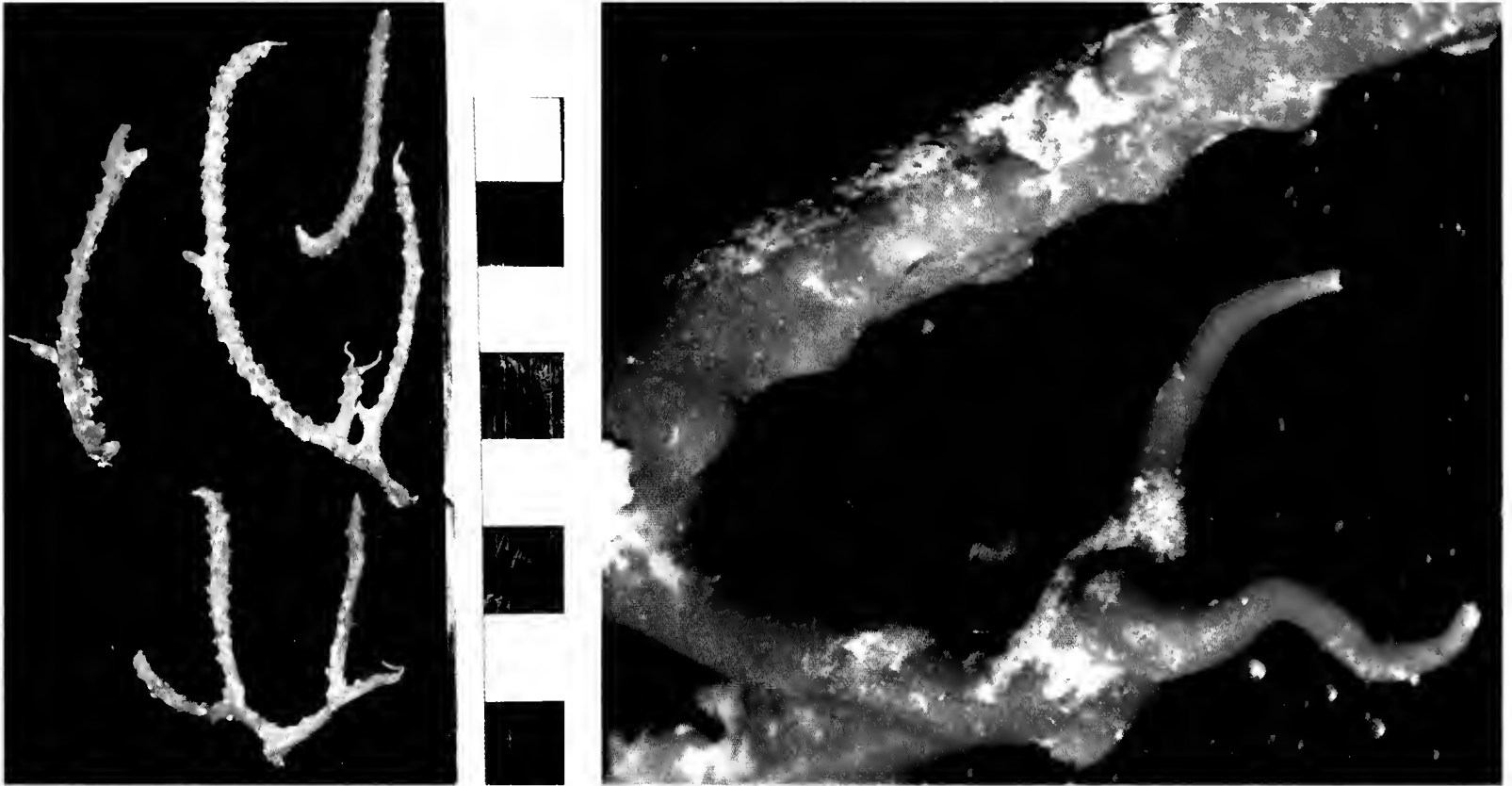


Figure 10.-  
*E. paraplexauroides* specimens,  
polyps and malformations.

***Ellisella paraplexauroides* selected sclerites**

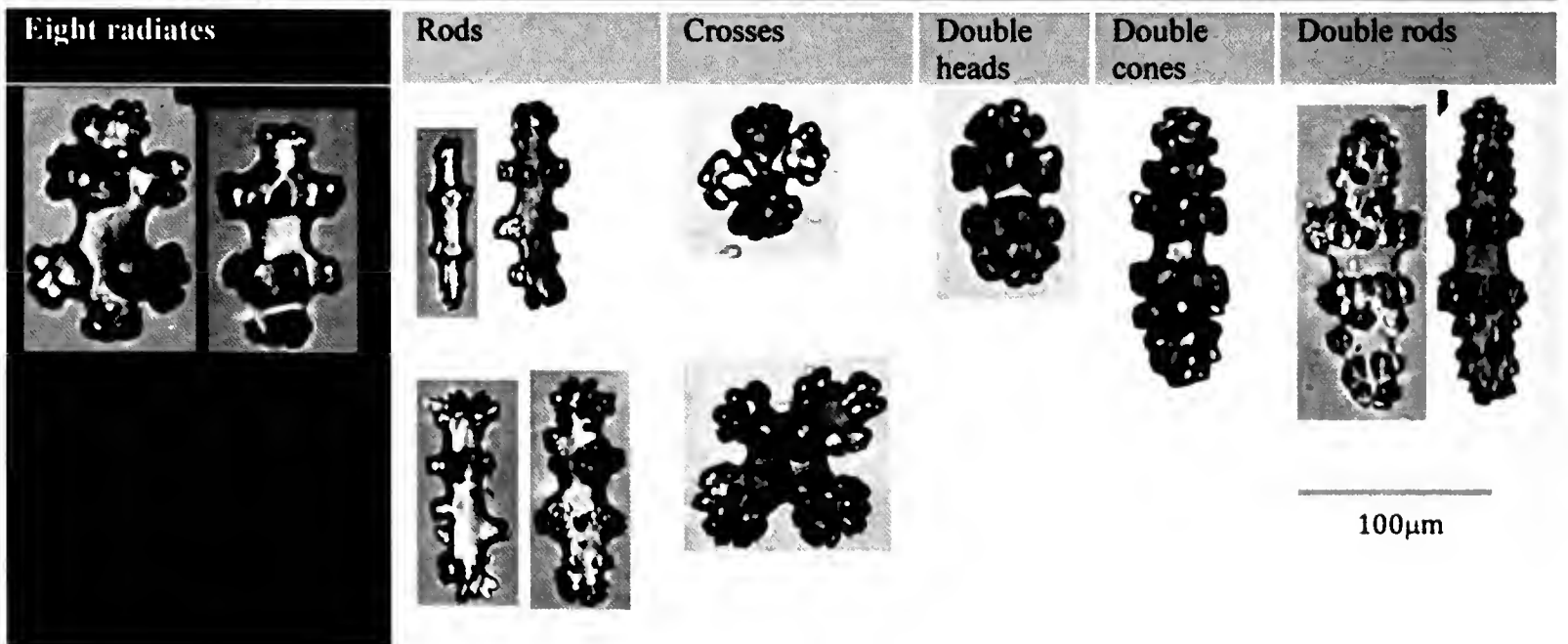


Figure 11.- *E. paraplexauroides* sclerites.



**Figure 12.-** *E. paraplexauroides* shows a weird branching in Ormond bottoms.

calitoral and possibly also in upper bathial bottoms from Macaronesian waters and Alboran Sea (see OCAÑA & BRITO, 2004). The ecological importance of these assemblages have been remarked by the Spanish Ministry of Environment into the Spanish Inventory of Marine Habitats and Species (TEMPLADO *et al.*, 2012). In the Alboran sea, *E. paraplexauroides* follows a typical mesophotic distribution and although it is not the most abundant gorgonian it is quite common between 30 and 60 meters deep along the African coast of the Strait of Gibraltar and Alboran Sea (see OCAÑA *et al.*, 2009). In fact, beyond the Alboran basin towards the Mediterranean the species seems to be absent or scarce and difficult to be observed with the exception of some particular sites as Pantelleria Island. This island as well as the Sicily Strait and Tunisia coast is strongly influenced by the Atlantic water and perhaps may explain the presence of *E. paraplexauroides* in these places (see CARPINE & GRASSHOFF, 1975 and ANGIOLILLO *et al.*, 2012).

#### *Viminella flagellum* (Johnson, 1863) (Figures 13-15)

*Juncella flagellum* Johnson, 1863:505. Brief descriptions and drawings, Madeira.

*Scirpearia flagellum*, Studer, 1901: 53, Plate IX, figs. 1-3 and Plate XI, figs., 10-11. Very short description and beautiful drawings with crosses.

*Scirpearia flagellum*, Thomson, 1927: 53, plate.4, fig. 20. Brief description and beautiful drawings of colonial features and sclerites, Morocco.

*Ellisella flagellum*, Grasshoff, 1972: 75, figs. 1-6. Extensive description, including sclerites and their variability, and distribution through the North Eastern Atlantic (Meteor and Josephine Banks; Azores; Madeira, Canary Islands, Cape Verde Islands, Morocco coast).

*Ellisella flagellum*, Carpine et Grasshoff, 1975: Brief description and main sclerites to identify the species, Corsica.

*Viminella flagellum*, Weinberg & Grasshoff, 2003: 442. Brief description and sclerites drawings.

*Viminella flagellum*, Brito & Ocaña, 2004: 265-267, figs., 4-5, Lam. 41. Description, ecology, distribution and remarks.

*Viminella flagellum*, Giusti et al., 2017: record from Italian waters, including main colonial features and sclerites.

Material examined: MMC-430; M039, 02/08/2011, Submarine mountains South Portugal: Gorringe bank, Gettysbourg peak, three fragments; 348 m, 36°30.9366'N 011°28.5745'W. North East Atlantic.

*Remarks:* Recently, Italian authors recorded and morphologically confirmed the species from Pantelleria and commented the presence of *V. flagellum* from Alboran Sea and Western Mediterranean based on ROV images (see GIUSTI *et al.*, 2017). *V. flagellum* have been observed abundantly in Italian waters (see GIUSTI *et al.*, 2017). This is a new

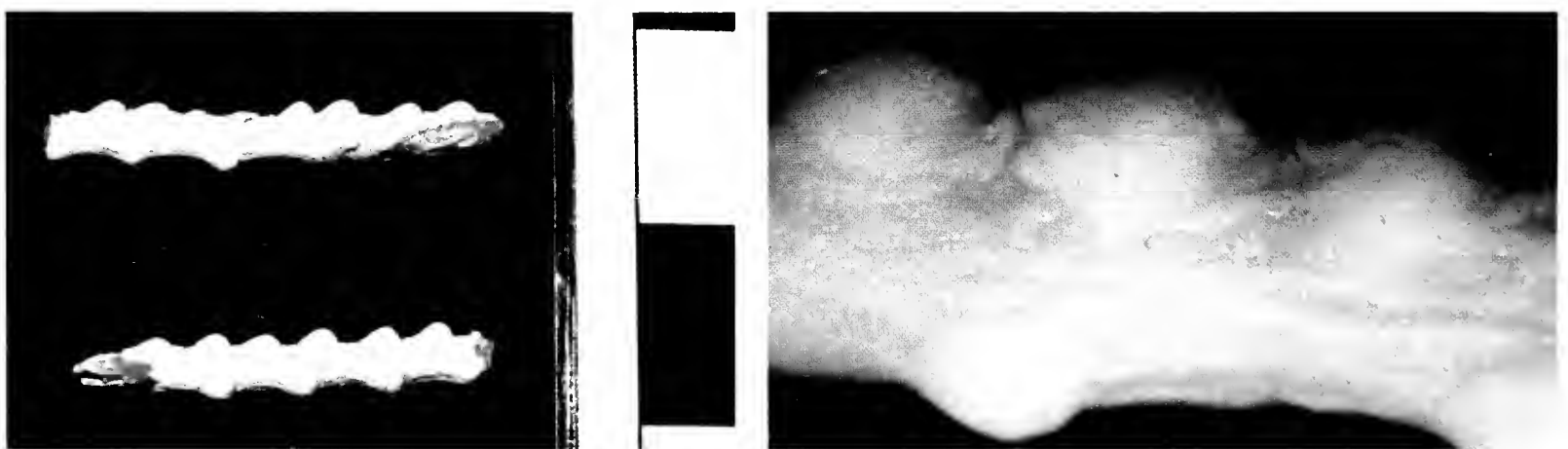


Figure 13.- *V. flagellum* fragments and polyps.

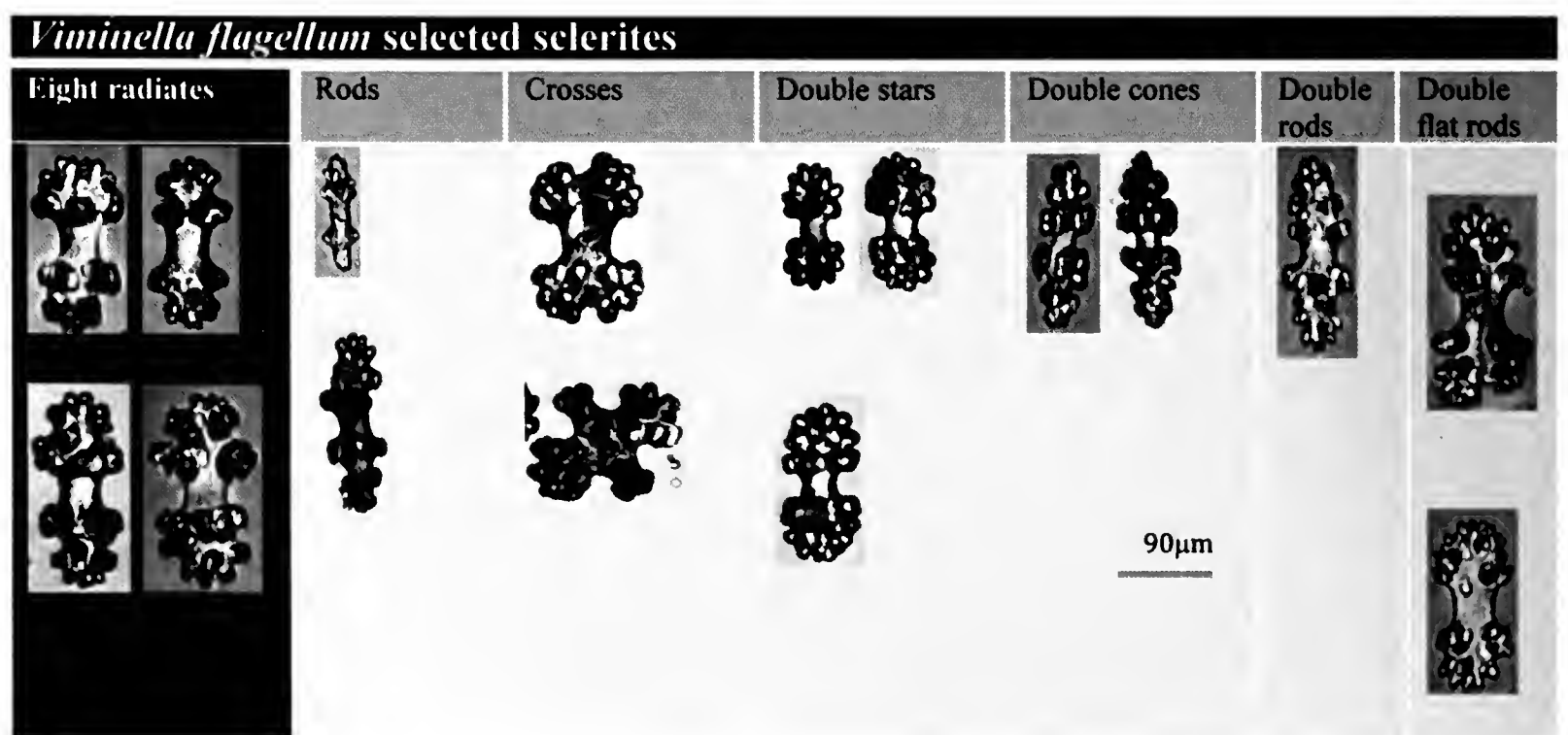


Figure 14.- *V. flagellum* sclerites.



**Figure 15.-** Cold coral assemblages with Ellisellidae in deep bottoms from Ormond mountain.

record from North Eastern Atlantic confirmed by the studied material. Since THOMSON (1927) there are not recent published records of *V. flagellum* from Souss region in Morocco although the species should be spread along the Moroccan Atlantic bathial bottoms. STUDER (1901) included drawings of crosses sclerites in this species but after him we are unable to find signs of such sclerites in other authors. We find out them in our material as well as in other Ellisellidae included in the present paper, so we conclude that in spite that these crosses are sparse and not common, they should be included as part of the species features to prevent future wrong interpretations of this character.

*Nicella granifera* (Koelliker, 1865) (Figures 16-17)

*Verrucella granifera* Koelliker, 1865: 140, Tafel 19, figs., 5 and 12.

*Gornonella gueneri* Studer, 1901: 54, Plate IX, figs. 7-10. Description with colony and sclerites features. Azores.

*Nicella granifera*, Grasshoff, 1972: 82, Abb. 3 y 8. Description and variability with remarks; sclerite drawings and colony feature.

Material examined: MMC- 434, M14, 18/07/2014, Seco de los Olivos, one colony; 430 m, 36°31.7707N 002°54.9458'W. Alboran Sea.

*Remarks:* The species is the minor sized into the Ellisellidae family and never was found out previously in the Mediterranean region. This species can be locally abundant forming characteristics facies and growing on calcareous debris. It was recently recorded also in Gorringe bank (see OLIVEIRA *et al.*, 2017). This is a new record from the Mediterranean Sea.

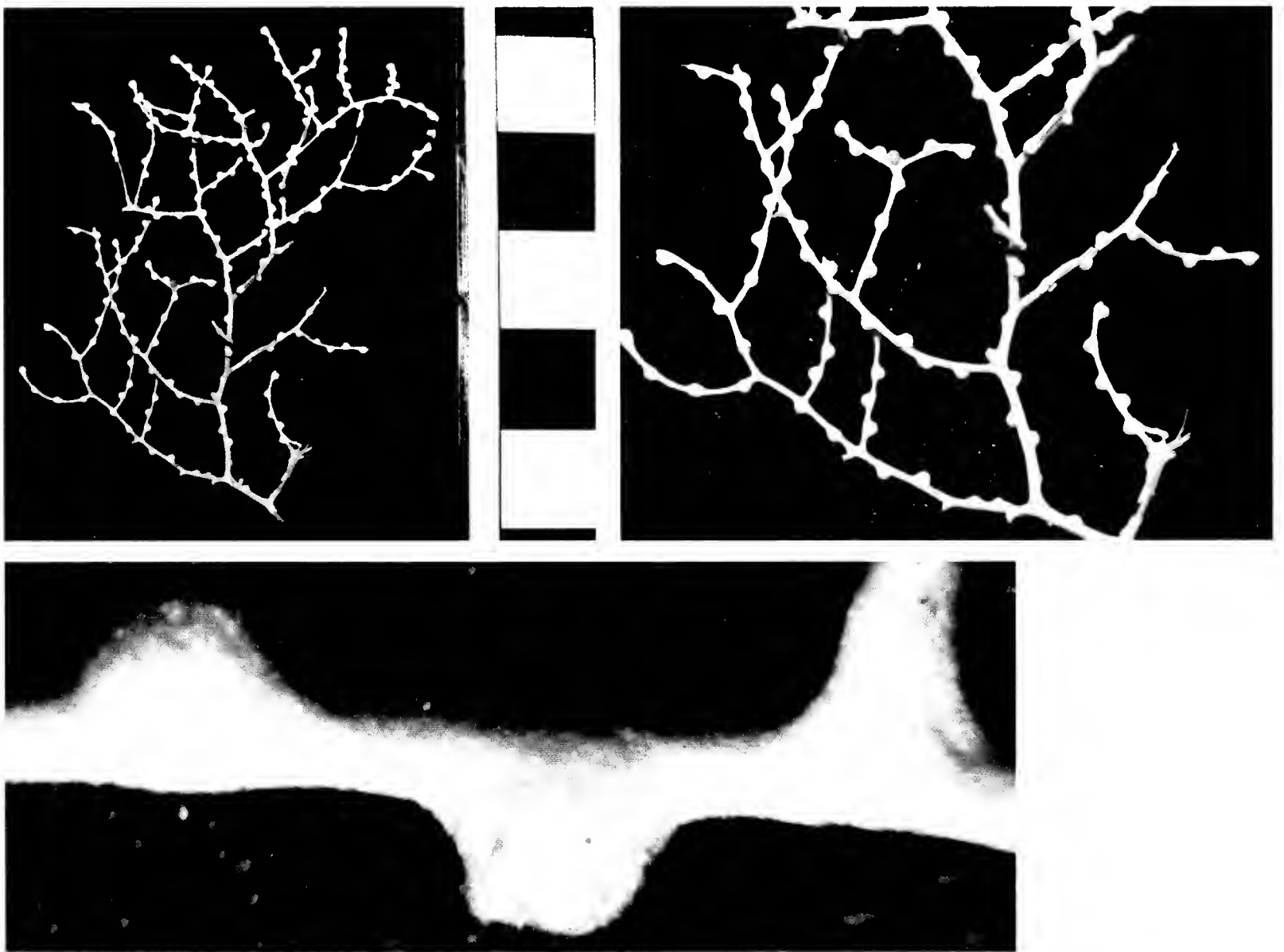


Figure 16.- *N. granifera* specimen and polyps.

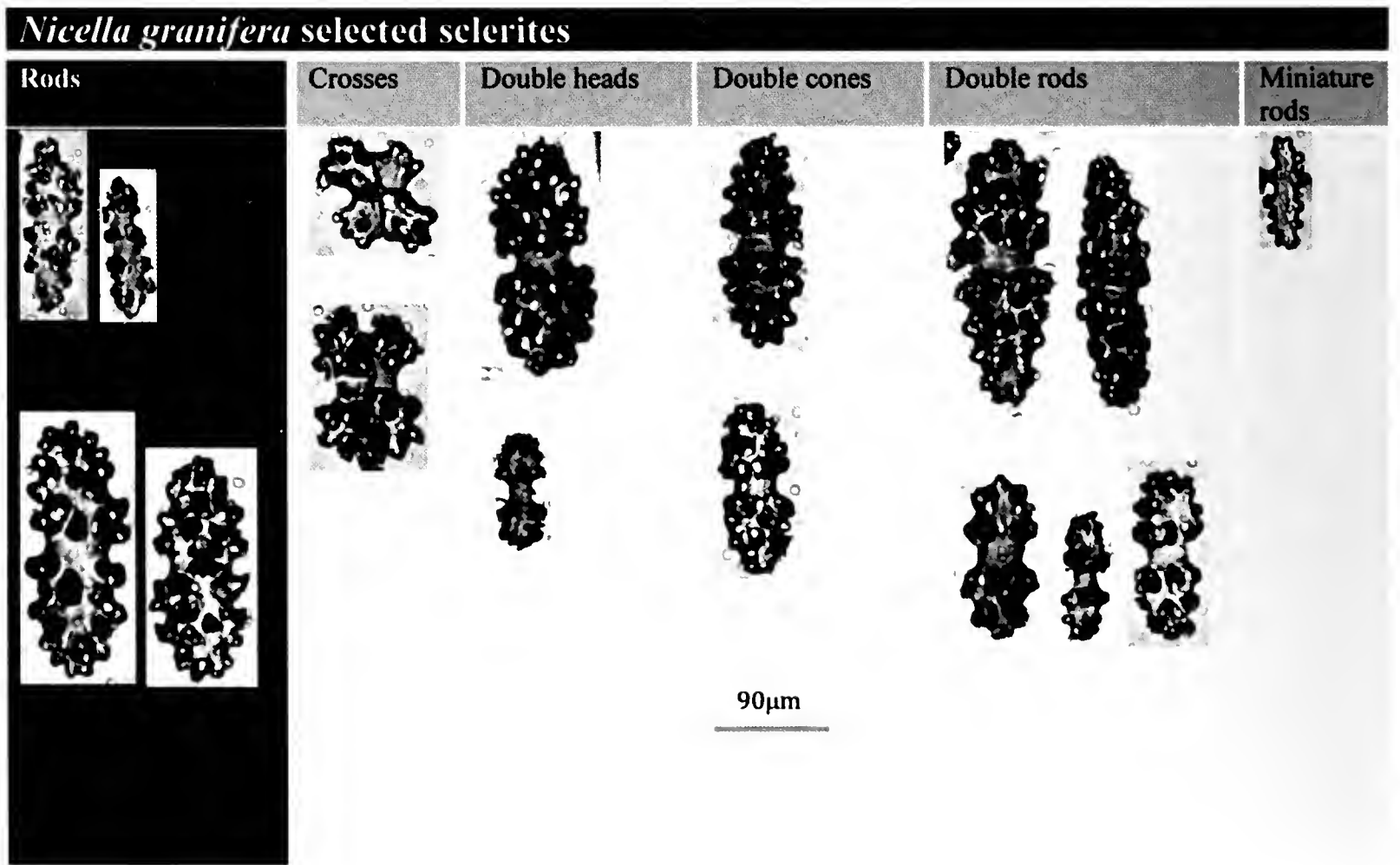


Figure 17.- *N. granifera* sclerites.

Family Dendrobrachiidae Brook, 1889

*Dendrobrachia bonsai* López-González & Cunha, 2010 (Figures 18-21)

*Dendrobrachia bonsai* López-González & Cunha, 2010: 423-434, 9 figures. Description of two new species, one from Cape Verde and the other from Gulf Ibero-Marroquí and Malta.

*Dendrobrachia bonsai*, Sartoretto, 2012: 1-4, 3 figs., some ecological observations morphological data. Distribution along Corsica.

*Dendrobrachia fallax*, Zibrowius & Taviani, 2005: 813-815, fig. 3. Mentioned in a general chapter about the Strait of Sicily, collected in Seco de los Olivos.

Material Examined: MMC- 442, M049, 07/08/2011, Catifas bank, one colony, 384 m, growing on *Lophelia pertusa* fragment, 35°52.5370'N 002°33.4350'W. Alboran Sea; MMC-439, M051, 08/08/2011, Seco de los Olivos, one colony, 440 m, growing on the rocky bottom, 36°31.5586'N 002°55.0270'W. Alboran Sea.

*Remarks:* New record of *D. bonsai* in the Alboran Sea. The species was mentioned in Alboran (see ZIBROWIUS & TAVIANI, 2005), and LÓPEZ-GONZÁLEZ & CUNHA (2010) also mentioned it although without any precise location; all the localities searched by those last authors were located from outside the Mediterranean Sea. Two specimens were collected in the bathial rocky bottoms quite affected by sediments with hydroids, sponges, crinoids and some sparse corals as *Desmophyllum crystagalli* Milne Edwards & Haime, 1848 plus several species of Paramuriceidae. The species of *Dendrobrachia* constitute an enigmatic group of Anthozoa with octocoral polyps and antiphatarian skeleton that should be deeply searched to reach a proper understanding. The found of this amazing genus and family in the Mediterranean and the Atlantic can be explained by its ancient origin, possibly in relation with the Tethys Sea (see OCAÑA *et al.*, 2007); Tethyan community of bathyal corals or rest of those may be still alive in some special spots of the Mediterranean deep sea geography.

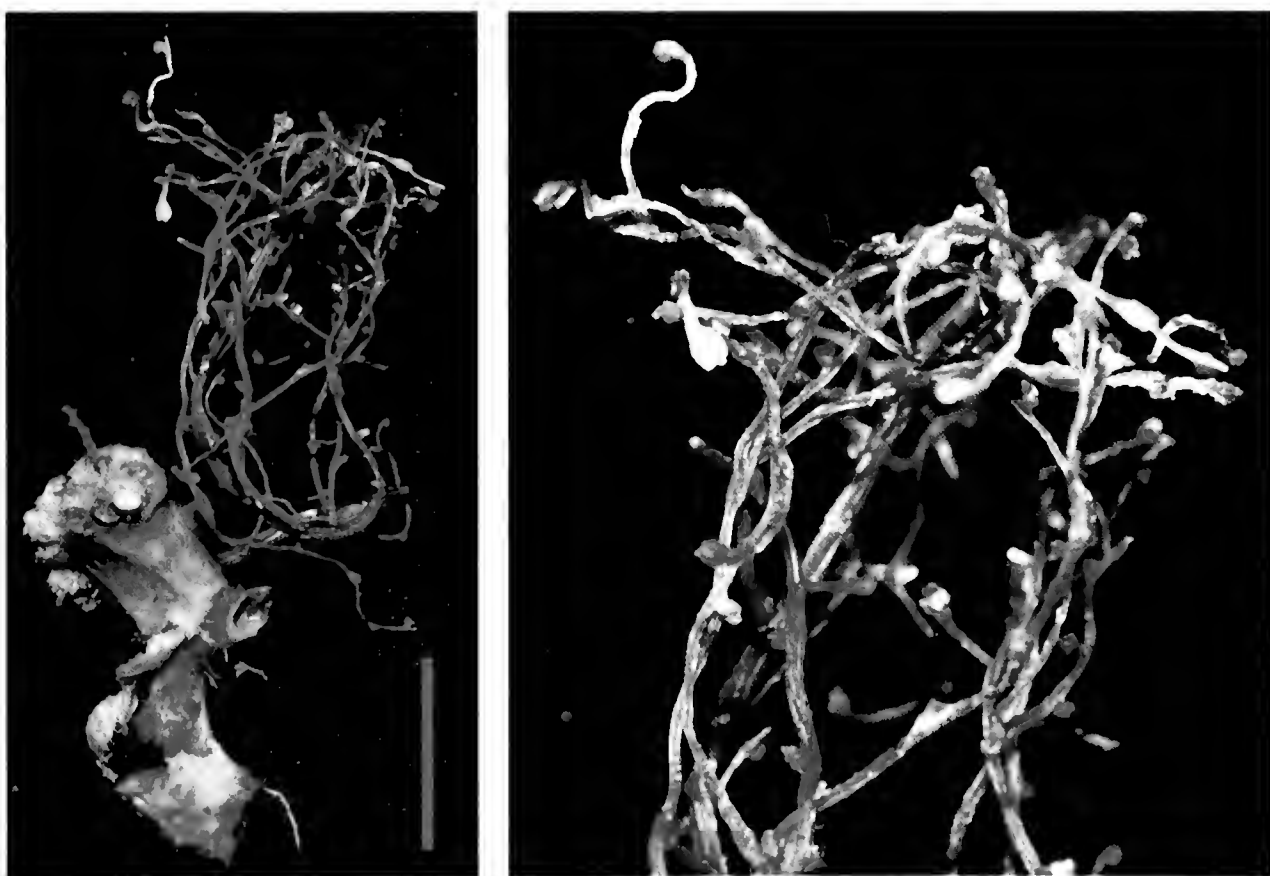


Figure 18.- *D. bonsai*, MMC-442 specimen growing on *Lophelia pertusa*. Scale bar 2 cm.

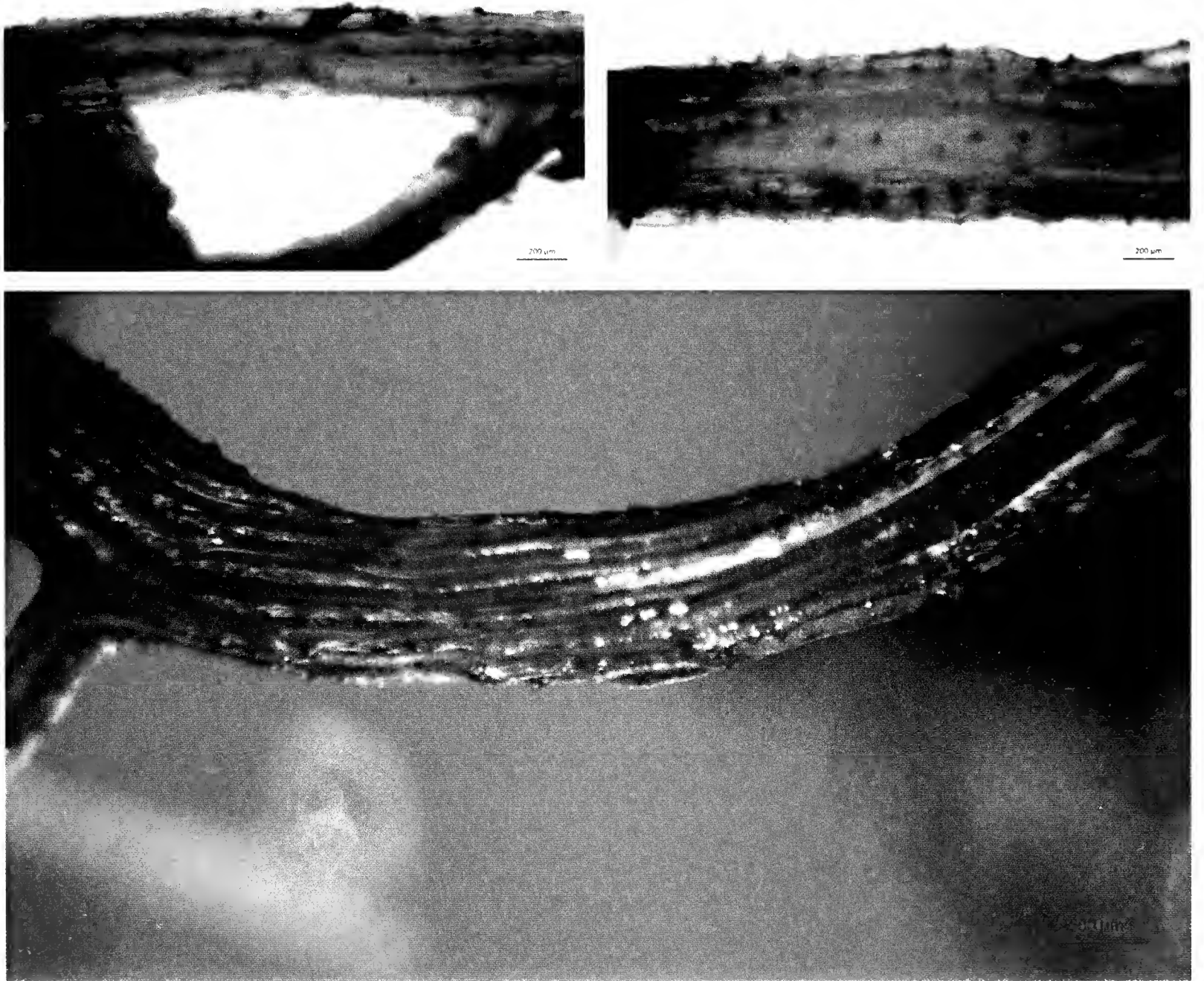


Figure 19.- *D. bonsai*, specimen MMC-439.

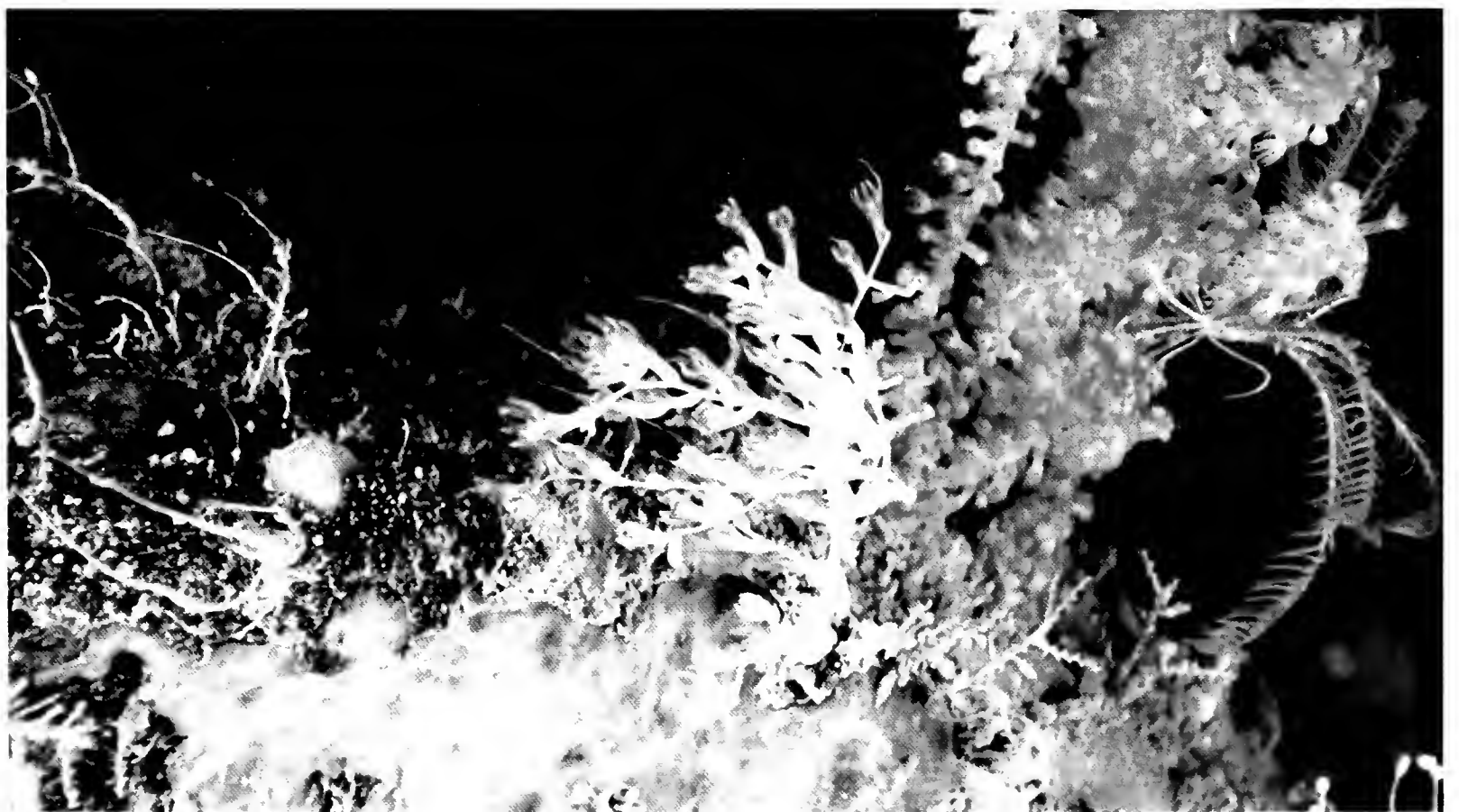


Figure 20.- *D. bonsai* growing close to sponges and gorgonians from Seco de los Olivos.





**Figure 21.-** Several colonies of *D. bonsai* close to hydrozoans and solitary cup coral.

#### Subclass Hexacorallia

Order Scleractinia Bourne, 1900

Family Caryophylliidae Gray, 1846

*Caryophyllia smithii* var. *clavus* Stokes & Broderip, 1828 (Figure 22)

*Caryophyllia smithii* Stokes & Broderip, 1828: 486, pl. 13

*Caryophyllia smithii*, Zibrowius, 1980: 46-53, pls. 16 et 17. Complete description with images and interesting remarks regarding its ecology, distribution and taxonomy. Mediterranean and East Atlantic from Scandinavian and Iceland to Guinea Gulf.

*Caryophyllia smithii*, Brito & Ocaña, 2004: 366-368, fig. 77. Diagnosis, ecology. All the islands.

To check a broad synonymous list see Zibrowius, 1980

Material examined: MMC-435; M20, 23/07/2011, Seco de los Olivos, one specimen; 406 m, 36°34.1893'N 002°50'51.15'W. Alboran Sea.

*Remarks:* The species was previously recorded from Alboran (see ZIBROWIUS, 1980). ZIBROWIUS & SALDANHA (1976) including the repartition of the species along the Portugal coasts and the morphological range of variation. *C. smithii* var. *clavus*

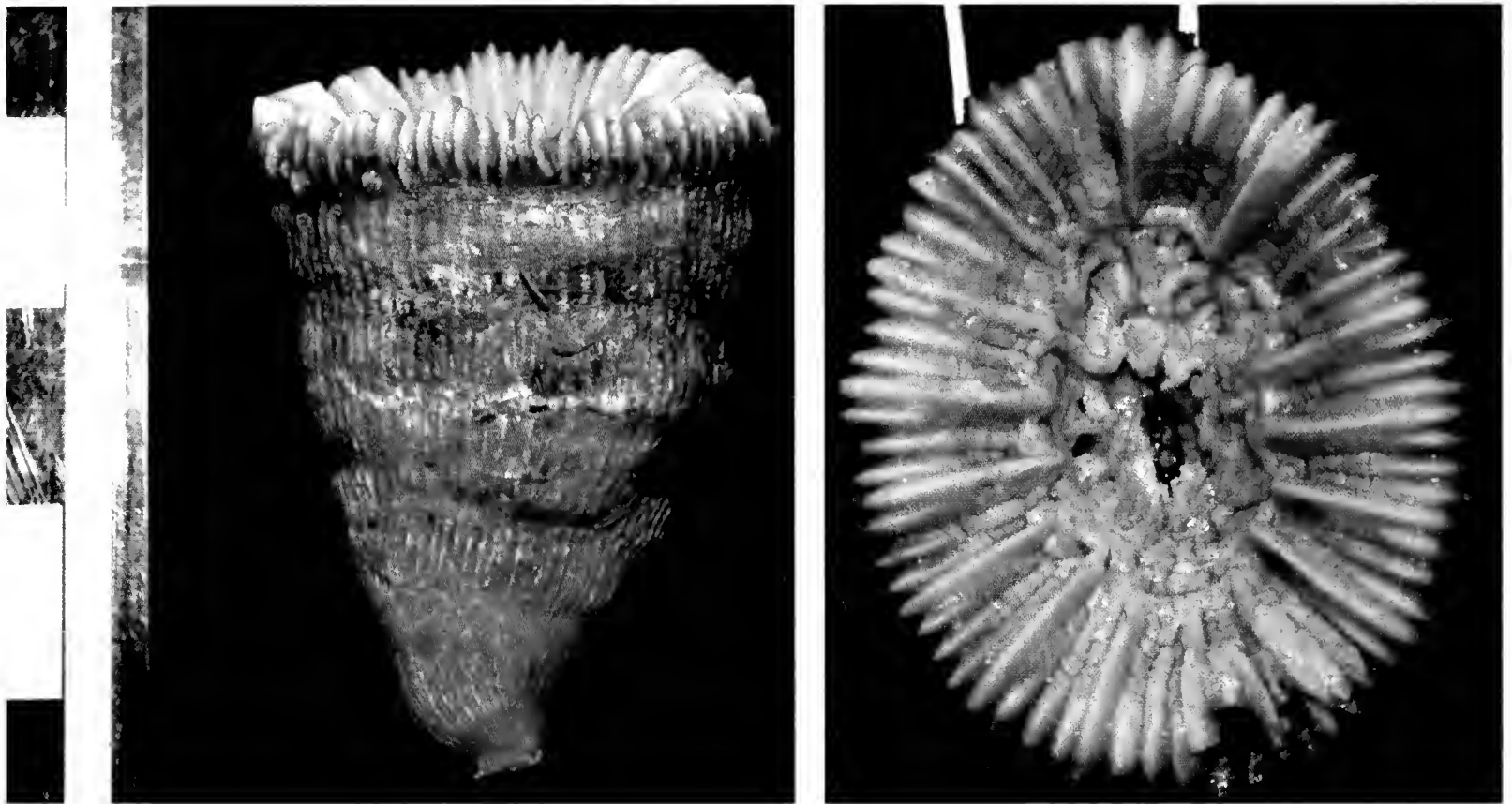


Figure 22.- Specimen MMC- 435 from Seco de los Olivos.

shows a narrowing base and should be common between 200-400 meters deep, usually growing on unstable soft bottoms but also in deep rocky reefs and canyons (see ZIBROWIUS, 1980). In the Canaries this feature was found in specimens growing on *Ditrupa arietina* or free calcareous algae (see BRITO & OCAÑA, 2004). Assamblages between *C. smithii* var. *clavus* with the species *Swiftia dubia* have been observed in deep Alboran basin.

### *Coenosmilia fecunda* (Pourtalés, 1871) (Figure 23)

*Coelosmilia fecunda* Portalés, 1871: 21

*Anomocora fecunda*, Cairns, 1979: 127, Plate 24, figs., 6-8. Description, remarks and images. Caribbaean Sea.

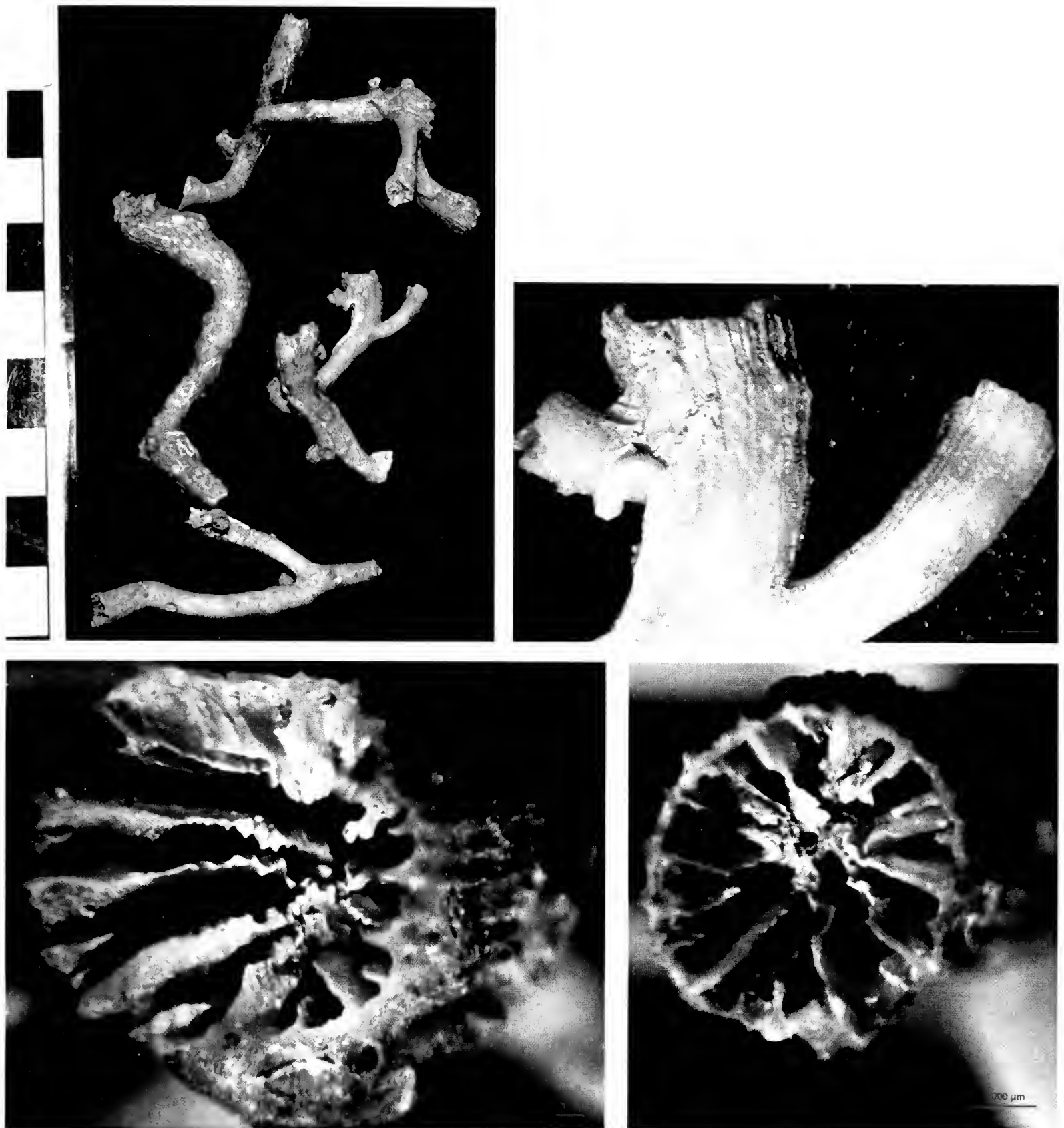
*Coenosmilia fecunda*, Zibrowius, 1980: 131-133, Planches 67-68. Description, ecological observations and remarks. Vizcaya Gulf, Portugal, Macaronesian Archipelagos and Western Atlantic.

*Coenosmilia fecunda*, Brito & Ocaña, 2004: 403-406, fig. 90. Description and ecological distribution. All the Canary islands.

To check a broad synonymous list see Zibrowius, 1980 and also Cairns, 1979.

Material examined: MMC-438; M34, 23/07/2011, Seco de los Olivos, serveral dead colonies; 245 m, 36°31.1061'N 002°48.4629'W. Alboran Sea.

*Remarks:* *C. fecunda* is ecologically relevant because its contributions to detritic bottoms along the Macaronesian Archipelagos (BRITO & OCAÑA, 2004); in the Meteor mountain the ecological importance of *C. fecunda* should be suspected (see ZIBROWIUS, 1980). All the samples collected from Oceana campaigns were dead colonies, and as they were not intensely colonized by other benthonic organisms, this fact might means that the colonies had died recently, and though we have not any single specimen with soft tissue to



**Figure 23.-** Specimens of *C. fecunda*.

assure there are living specimens in Alboran, our samples do not look like ancient or fossilized colonies. Recent paleontological studies have suggested the presence of important populations of *C. fecunda* in Alboran basin along the Pliocene period (AGUIRRE *et al.*, 2017); *Lophelia pertusa* (Linnaeus, 1758) seems to be scarce along Mediterranean but it was abundant along the recent Pleistocene (see ZIBROWIUS, 1980). The species belong to a complex cnidarian assemblage with *Dendrophyllia ramea* (Linnaeus, 1758) and *Madrepora oculata* Linnaeus, 1758 found in the Sierra de Utrera (Málaga) so it is quite plausible the presence nowadays of *C. fecunda* populations in Alboran Sea. This is the first record from the Mediterranean.

*Lophelia pertusa* (Linné, 1758) (Figures 24-26)

*Madrepora pertusa* Linné, 1758: 797, see Zibrowius, 1980.

*Lophelia pertusa*, Zibrowius, 1980: 126-130, Fig. 66. Description, ecology and remarks. Mediterranean, wide Atlantic distribution.

*Lophelia pertusa*, Brito & Ocaña, 2004: 400-403, Fig. 89. Diagnosis based on dead specimens, ecological data. Tenerife and Gran Canaria islands.

To check a broad synonymous list see Zibrowius, 1980

Material examined: MMC-443; M049, 07/08/2011, Catifas bank, Two small fragments; 384 m, 35°52.5370'N 002°33.4350'W. Alboran Sea.

*Remarks:* The species have been recorded along the Western Mediterranean and scarcely in the Oriental basin, although it was widely recorded along the Atlantic from Scandinavian to South Africa (see ZIBROWIUS, 1980). This is the second time *L. pertusa* is collected from deep Alboran bottoms as the species was previously recorded in 1958 growing on a telegraphic cable (see ZIBROWIUS, 1980). It seems to be abundant in the Vizcaya Gulf as it was exposed by ZIBROWIUS (1980) and recently by other authors (see ALTUNA & RÍOS, 2014). As it happens to *Madrepora oculata*, *L. pertusa* is not abundant in the Mediterranean and possibly it had important populations along the Pleistocene pe-

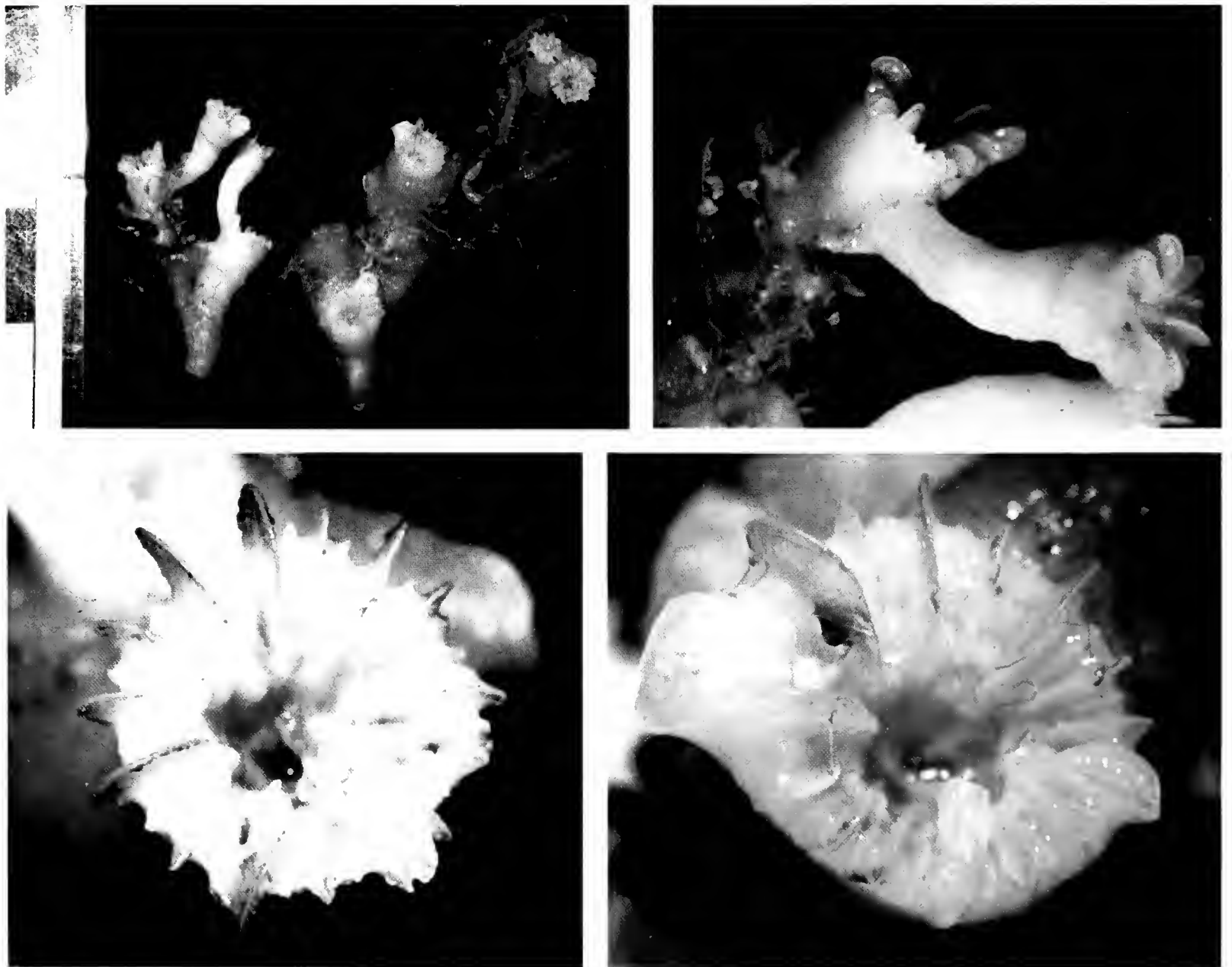
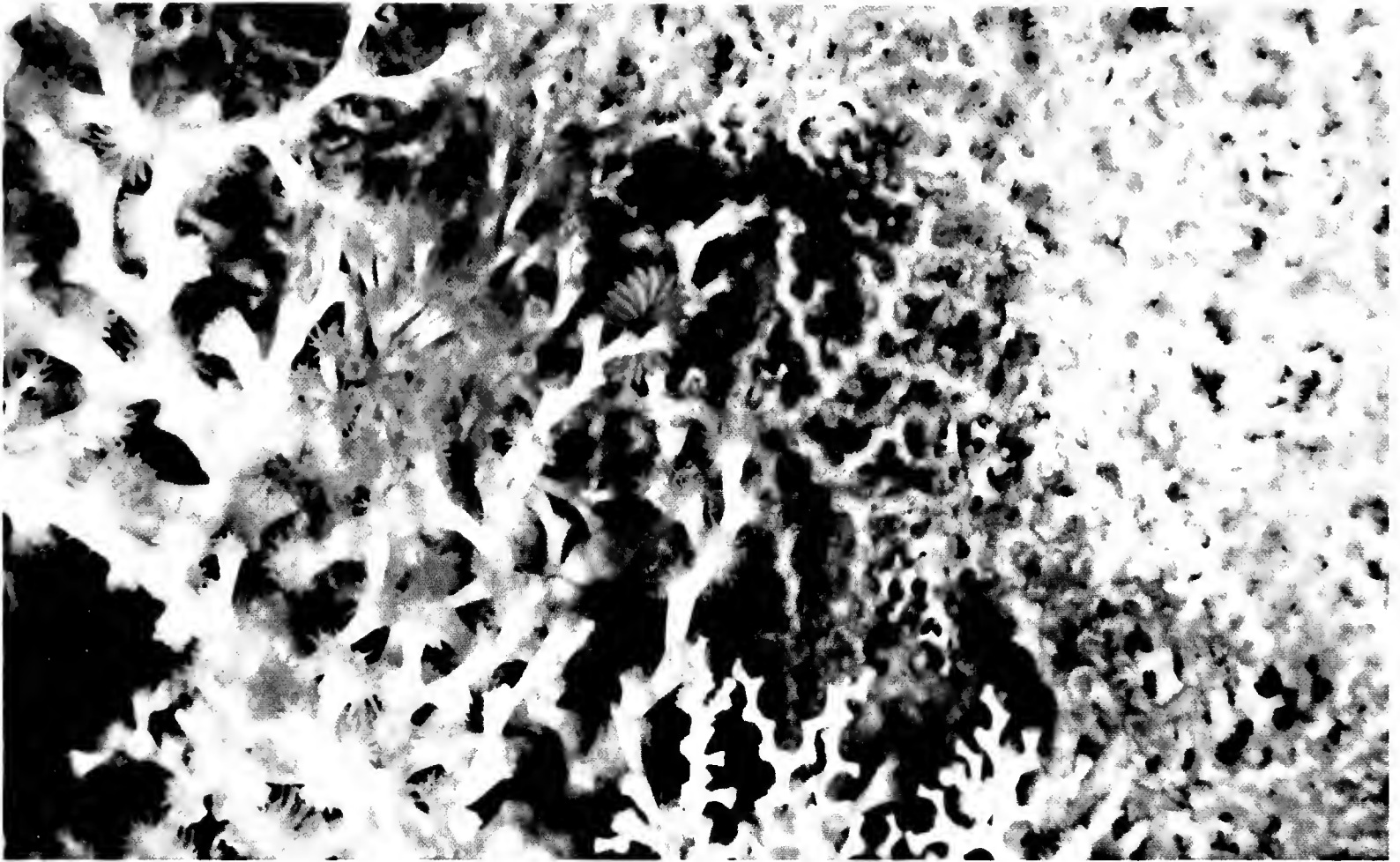
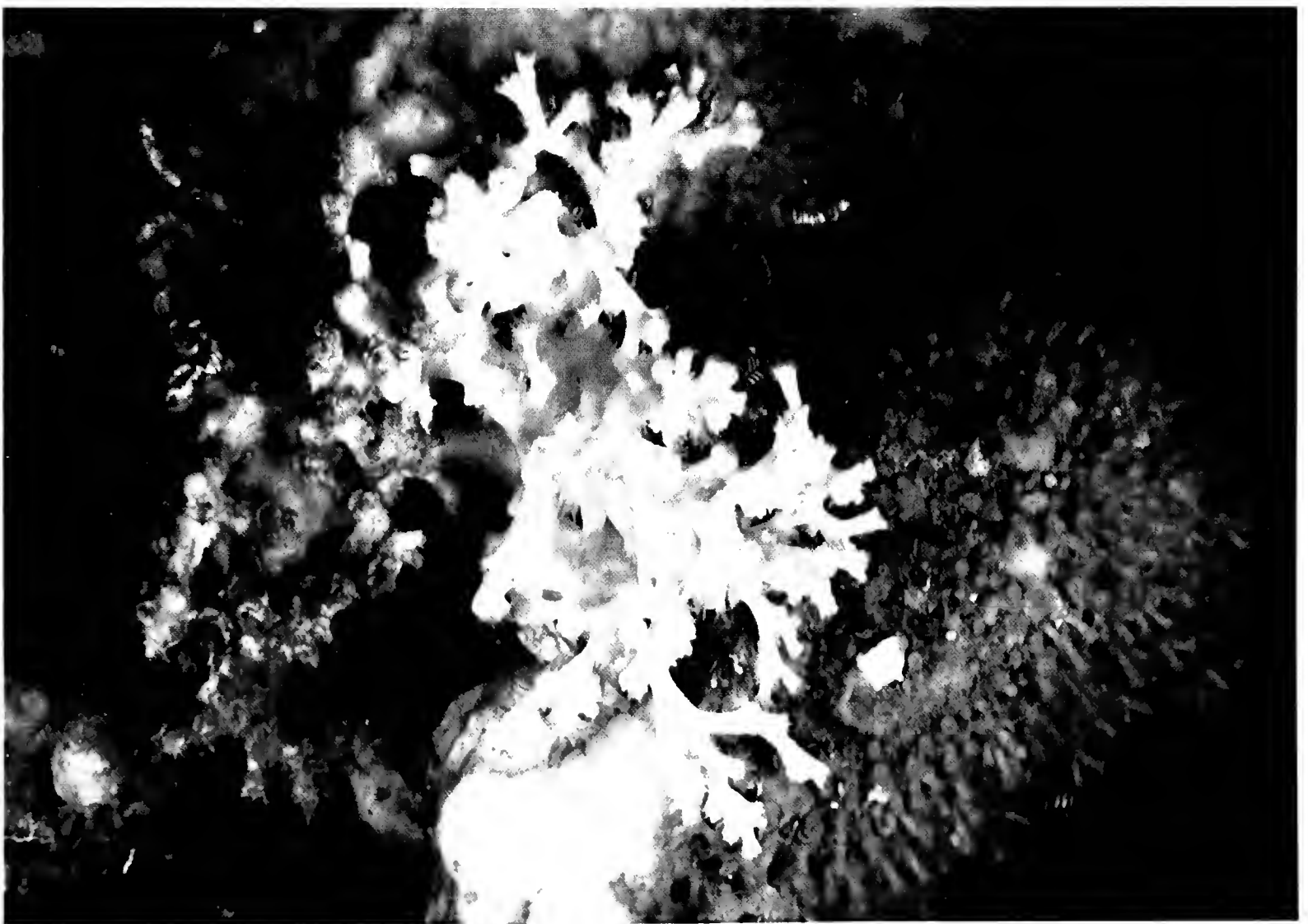


Figure 24.- *L. pertusa* sample and polyp details.



**Figure 25.-** White coral assemblages (*L. pertusa* and *M. oculata*) with *Desmophyllum cristagalli* in Alboran deep bottoms.



**Figure 26.-** *Lophellia pertusa* growing close to *Parazoanthus* sp. in deep bottoms of Alboran basin.

riod (see ZIBROWIUS, 1980). In fact, as it has been mentioned in the remarks concerning to *C. fecunda*, a recent paleontological studies have recorded an interesting coral assemblages that have suggested the presence of populations of *M. oculata* in Alboran basin along the Pliocene. So it is quite possible the abundance of such species in that period and possibly also the white coral community, although *L. pertusa* was not observed in the coral deposit till now (see AGUIRRE *et al.*, 2017). Colonies of the enigmatic *Dendrobrachia bonsai* were growing on some corallites of *L. pertusa* forming eventually part of the white coral community.

### Family Dendrophylliidae Gray, 1847

#### *Dendrophyllia cornigera* (Lamarck, 1816) (Figures 27-28)

*Caryophyllia cornigera* Lamarck, 1816: 228, see Zibrowius, 1980.

*Dendrophyllia cornigera*, Zibrowius, 1980: 172, pl. 87. Description, ecological data and remarks. Mediterranean, Atlantic from Ireland to Cape Verde.

*Dendrophyllia cornigera*, Brito & Ocaña, 2004: 428-431, Figs., 6, 11 y 149; Lam., 100. Description and ecology. The species was collected in several islands from the Canaries but surely should be more extended to the rest of the archipelago.

To check a broad synonymous list see Zibrowius, 1980

Material examined: MMC-436; M044, 03/08/2011, Small colony with four polyps; 109 m, 36°43.0243'N 011°09.5789'W. Submarine mountains South Portugal: Goringe bank, Ormonde peak.

*Remarks:* The species was already recorded from Alboran Sea (see ZIBROWIUS, 1980) and listed also from Alboran Island (TEMPLADO *et al.*, 2006). In the Canaries, *D. cornigera* is able to form the biocenosis of yellow coral with other species between 200-400 meters deep (see BRITO & OCAÑA, 2004: 153). Recently, it has been recognized in the Mediterranean coast of Spain a bathial habitat features by *D. cornigera* assemblages (see TEMPLADO *et al.*, 2012); the species is also found in the Mediterranean coast of

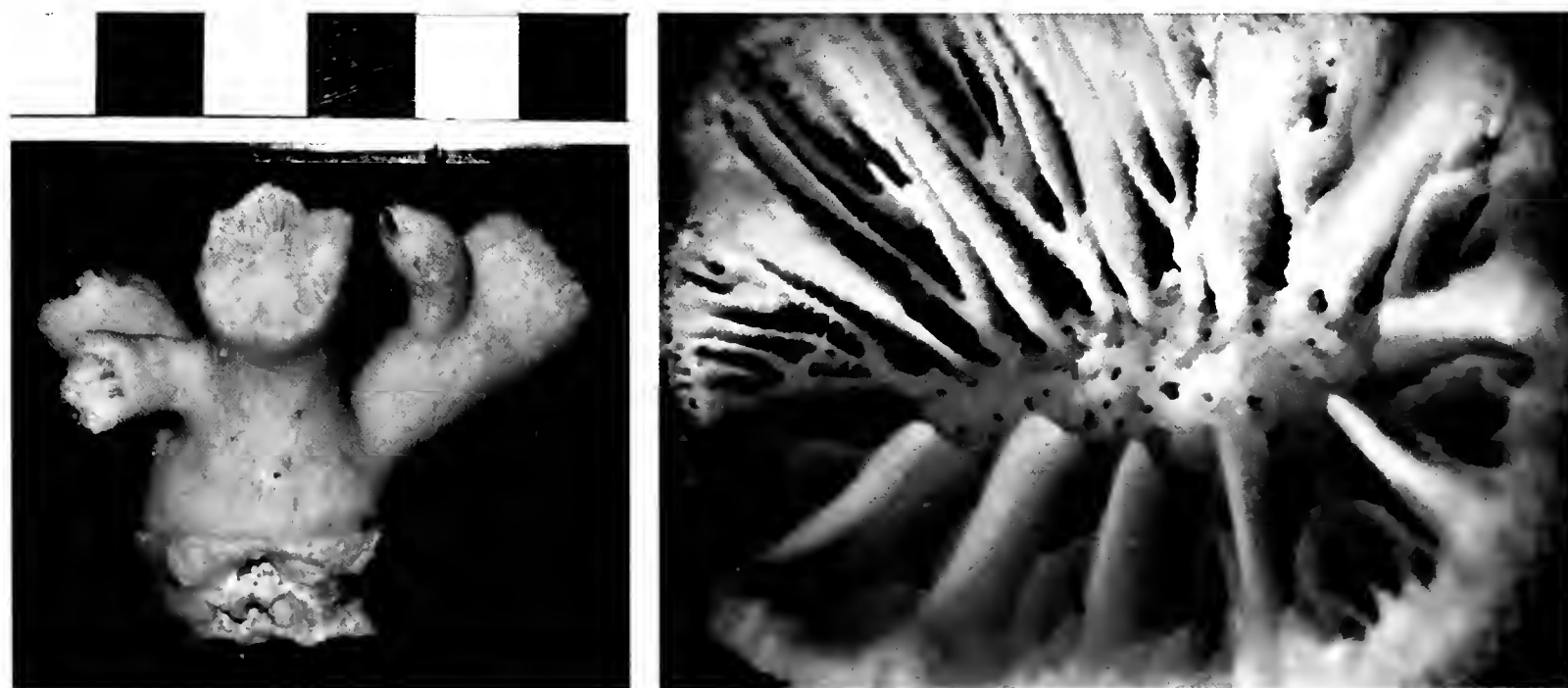


Figure 27.- *D. cornigera*. Specimen MMC-436 from South Portugal submarine mountains.



**Figure 28.-** *D. cornigera* on rocky bathyal bottoms from Ormonde.

Morocco (see OCAÑA *et al.*, 2015). The presence of the species in Ormonde peak is quite normal taking into account its geographical distribution, also it was noticed the parasitic cirripedia *Megatrema anglicum* (Sowerby, 1823) already observed in the Canaries (see BRITO & OCAÑA, 2004).

#### Order Antipatharia Milne Edwards, 1857

#### Family Antipathidae Ehrenberg, 1834

#### *Antipathes dichotoma* Pallas, 1766 (Figures 29-30)

*Antipathes dichotoma* Pallas, 1766,

*Antipathes dichotoma*, Brook, 1889: 98-100, Pl. XII, fig., 16; Pl. XIII, figs., 1-9; Pl. XIV, figs., 1, 5, 6. Mediterranean, Marseille.

*Antipathes dichotoma*, Gravier, 1918: 227-229, Planche 13, fig., 3. Description and remarks.

*Antipathes dichotoma*, Opresko, 2003, figs., 1-5. Redescription of the species and an exhaustive work of comparison with other species of *Antipathes*. Western Mediterranean, Vizcaya Gulf and the Atlantic coast of Morocco.

*Antipathes dichotoma*, Opresko and Försterra, 2003: 506-509 with images. Mediterranean.

*Antipathes dichotoma*, Bo, 2008: several pages and Appendix two. Selected morphological features remarks about the species. Mediterranean and Eastern Atlantic.

To check a broad synonymous list see Opresko, 2003.

Material examined: MMC-432; M40, 02/08/2011, Submarine mountains South Portugal: Gorrige bank, Gettysburg peak, one colony fragment, 348 m, 36°30.9366'N 011°28.5745'W. North Easter Atlantic.

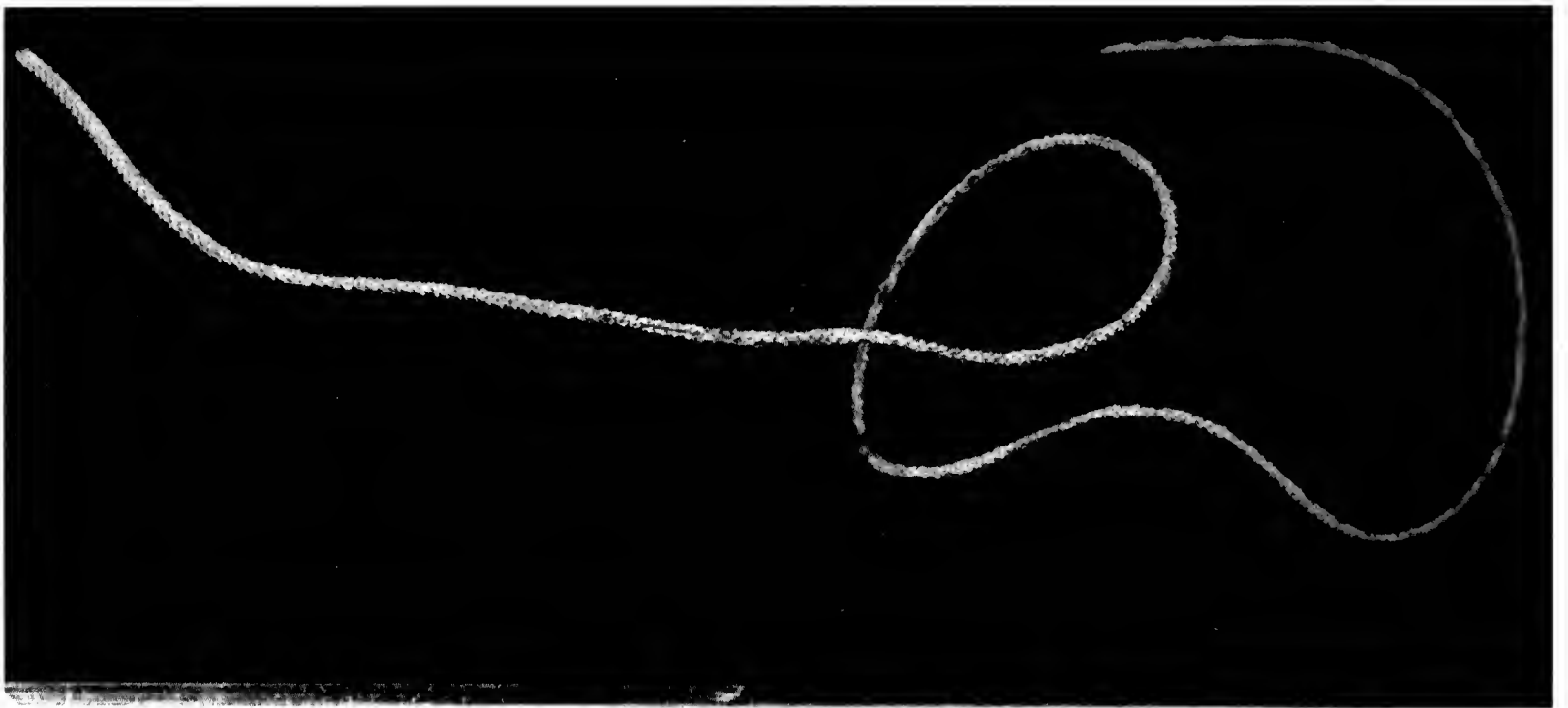


Figure 29.- *A. dichotoma*. General view of the fragment.



Figure 30.- *A. dichotoma*. Spines close up. Scale bar 0.1 cm.

*Remarks:* Only a fragment of a colony but it fits very well in the description of the *A. dichotoma*: 4-5 polyps per cm; 2-3 smooth spines per mm and 0.15 to 0.27 mm length. *A. dichotoma* was recorded also in some spots along the Atlantic and this new record confirms its presence in the submarine mountains located at South of Portugal.

Family Schizopathidae Brook, 1889 (enmended by Opresko, 2002)

*Parantipathes* cf. *larix* Esper, 1790 (Figures 31-33)

*Parantipathes larix*, Brook 1889: 142-143, Pls., 12 (fig., 20); 13 (fig., 2); 15 (fig., 1). Complete description but the whole colony or a portion is not show; spines detail and information about the polyp disposition and histology. Naples, Mediterranean.

*Parantipathes larix*, Gravier 1918: 236-238, Pl., 12, fig. 1. Description and image of a large colony collected by fishermen. Naples.

*Parantipathes larix*, Opresko 2002: 435-437, Fig., 15. Diagnosis of selected characters and remarks about the species including into *Parantipathes*.

Material Examined: MMC-444; P1-24/07/2011, Cresta de Punta Polacra, one colony fragment with sea anemones (*Amphianthus* sp.); 505 m, 36°46.3454'N 001°41.3219'W. Alboran Sea.





Figure 31.- Stem and pinnulae disposition in *Parantipathes* cf. *larix*.



Figure 32.- *Parantipathes* cf. *larix*. Spines detail. Scale bar 0.1 cm.

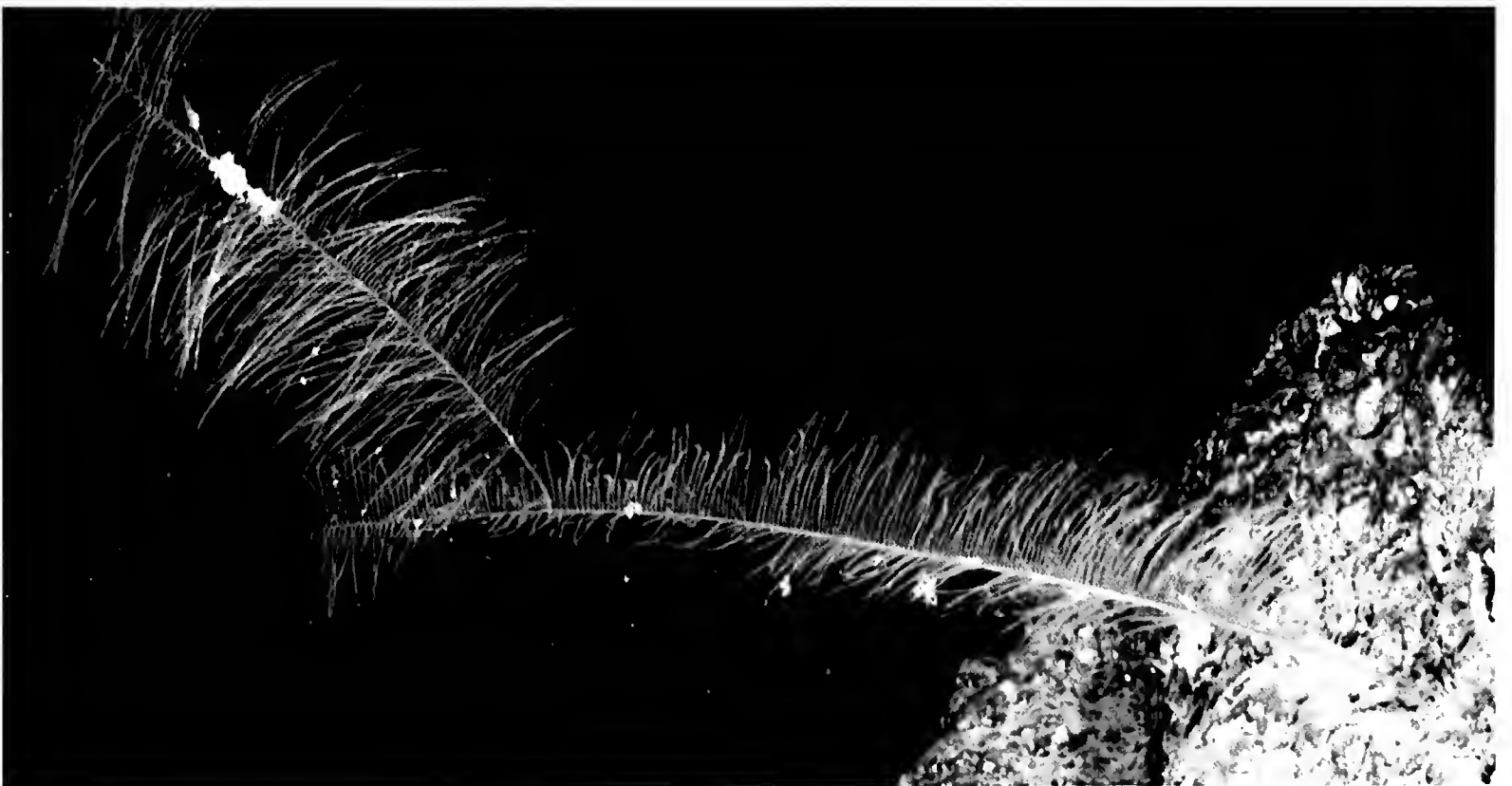


Figure 33.- *Parantipathes* cf. *larix*. Imagen of the specimen MMC-444 in Punta Polacra deep bottoms.

*Remarks:* There are some differences between our material and the description of the species given by OPRESKO & BARON SZABO (2001) and also among the colonies morphology found on the Alboran bottoms although we have only sample from one morphological type growing with sparce branches. The general feature is close to *Plumapathes* although the spines are quite different.

Family Myriopathidae Opresko, 2001

*Tanacetipathes* sp. (Figures 34-36)

Material examined: MMC-426; M043, 03/08/2011, one colony portion; 143 m; 36°42.8961'N 011°10.0351'W. Submarine mountainins South Portugal: Gorringe bank, Ormonde peak, North Eastern Atlantic.

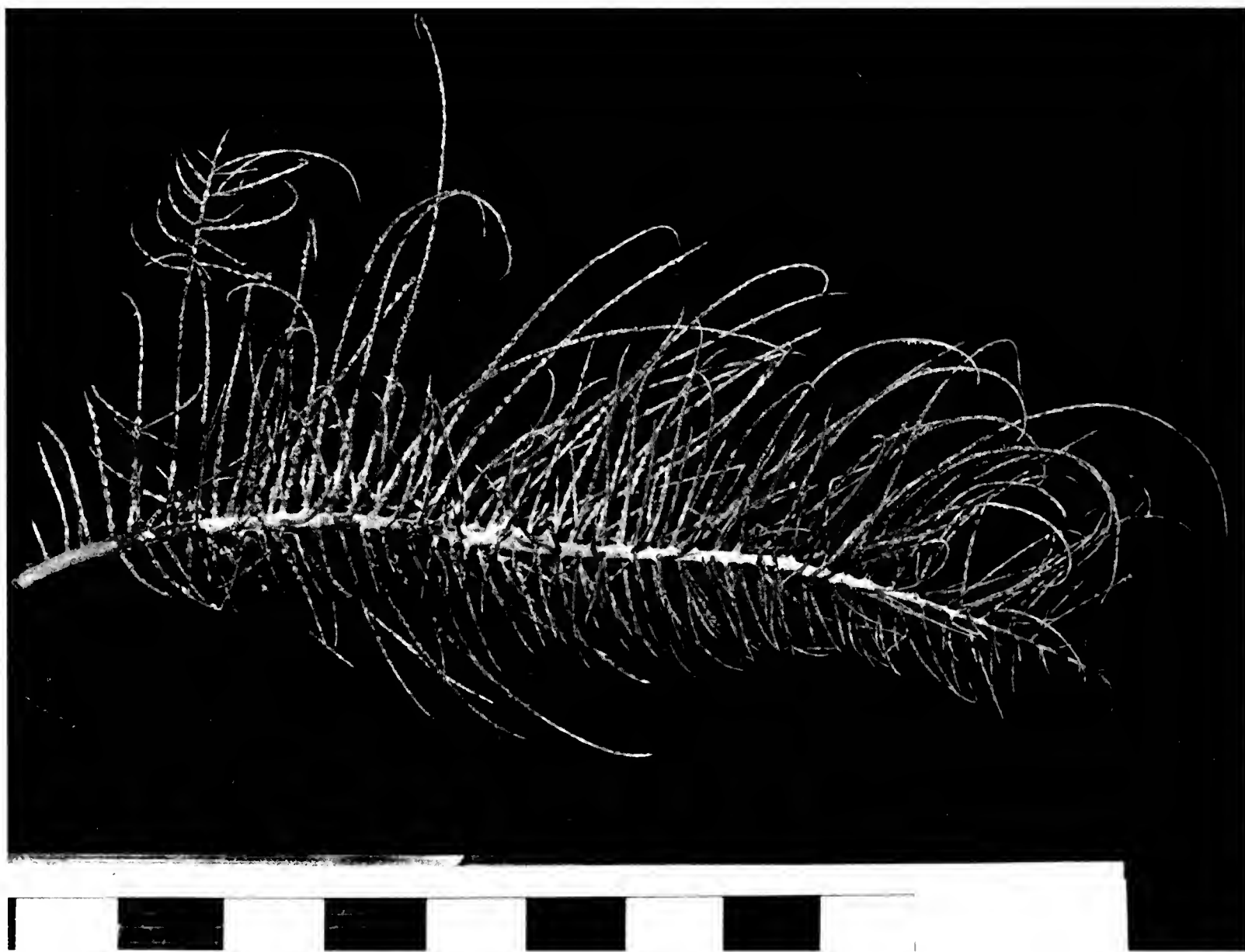
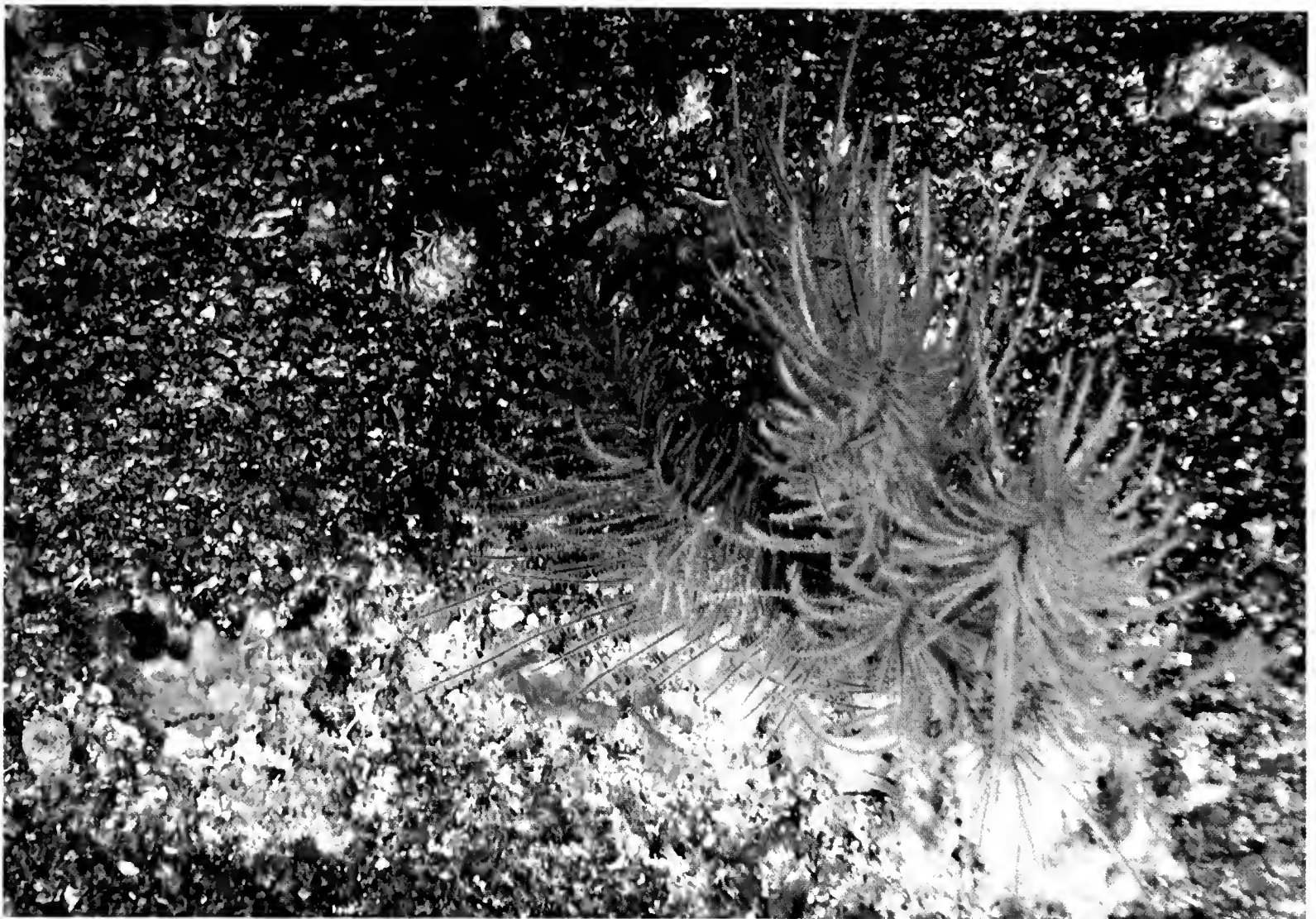


Figure 34.- *Tanacetipathes* sp. General view of the specimen MMC-426.



Figure 35.- *Tanacetipathes* sp. Detail of the spines. Scale bar 0.1 cm.



**Figure 36.-** *Tanacetipathes* sp. growing on Ormonde deep bottoms.

*Remarks:* A new species known from Madeira and Azores was searched by FERNANDES de MATOS (2010) but still it has to be described in a specific publication. This found can be expected attending to the current distribution of the species.

*Antipathella subpinnata* (Ellis & Solander, 1786) (Figures 37-39)

*Antipathella subpinnata*, Brook, 1889: 107-109, Pls. XII (fig., 15), XIII (figs. 3-8), XV (figs., 2, 6). Description including histological sections and skeleton details. Naples.

*Parantipathes larix*, Gravier 1918: 234-235, Pl., 13, figs., 8, 9. Description and drawings on the spines. Naples.

*Antipathella subpinnata*, Opresko, 2001: 364-368, figs., 15-18. Description of a neotype and numerous remarks about the species and selected morphological characters.

*Antipathella subpinnata*, Opresko and Försterra, 2003: 508-509 with images. Mediterranean.

*Antipathella subpinnata*, Bo et al., 2008: 185-195, figs., 1-5. Description of the specimens including cnidome, distribution and ecology. Mediterranean and some spots of the North Eastern Atlantic.

Material examined: MMC-429; M23, 24/07/2011, Seco de los Olivos, one small colony fragment; 90 m, 36°31.1765'N 002°50.6030'W. Alboran Sea.

*Remarks:* The species had been previously recorded from Alboran (see BO *et al.*, 2008) but the present are the unique images of the colonies from the deep bottoms of Alboran basin.

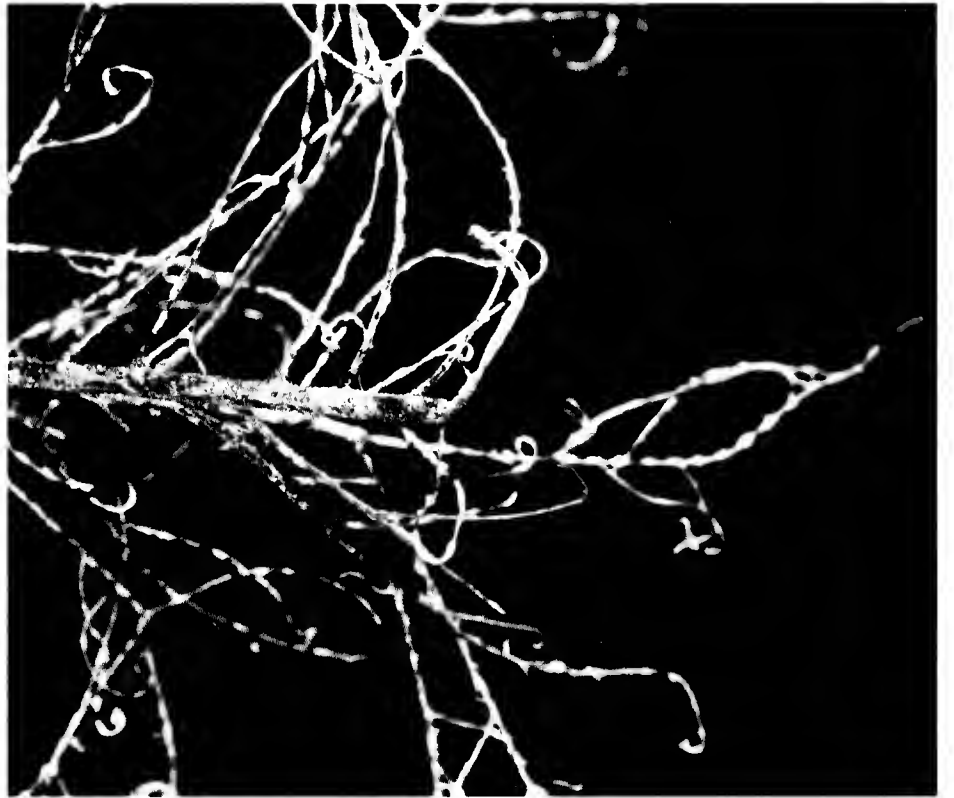


Figure 37.- *Antipathella subpinnata*. General features of the specimen MMC-429.

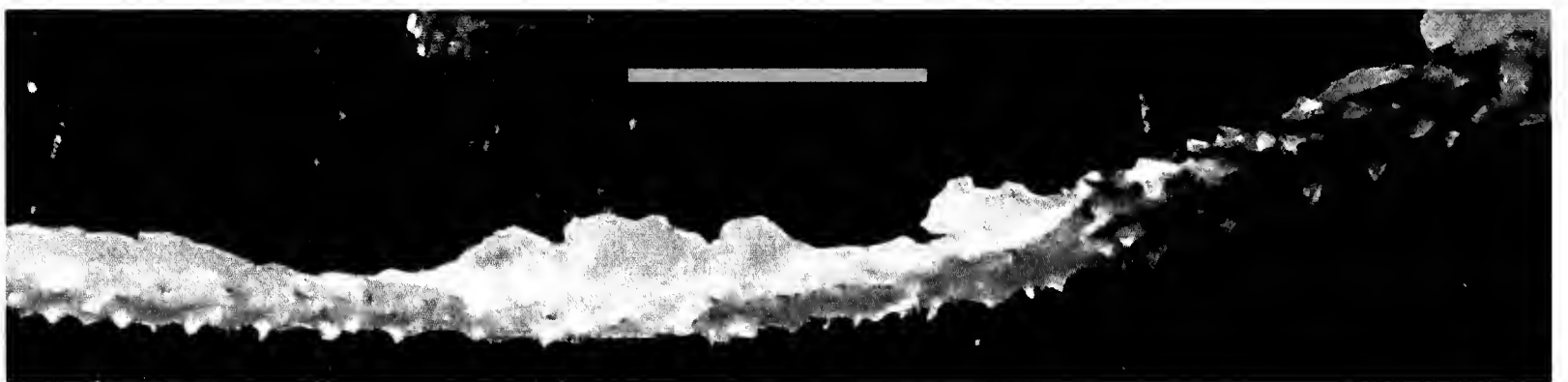


Figure 38.- *Antipathella subpinnata*. Spines close up. Scale bar 0.1 cm.



Figure 39.- *Antipathella subpinnata* on rocky bottoms from Seco de los Olivos.

Family Antipathidae Ehrenberg, 1834

*Stichopathes setacea* (Gray, 1860) (Figures 40-42)

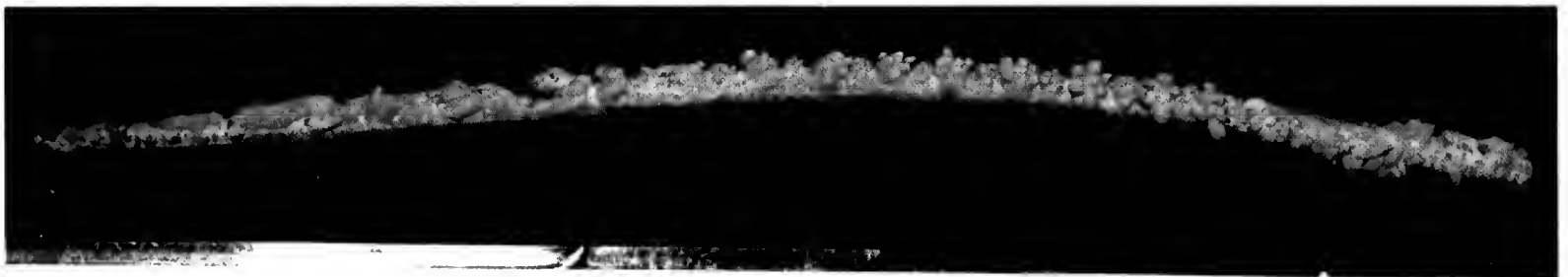
*Antipathes setacea* Gray, 1860: 31.

*Stichopathes setacea*, Johnson, 1899: 816, fig. 3. Description and remarks. Madeira.

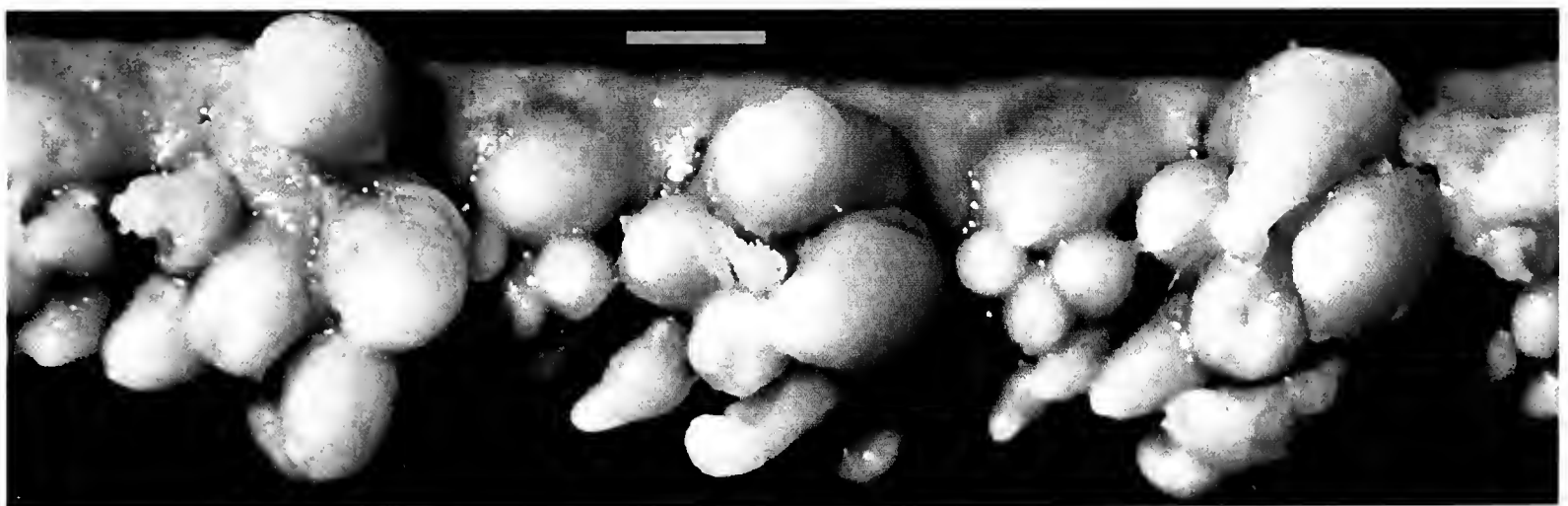
*Stichopathes setaea*, Brito & Ocaña, 2004: 326-329. Description, ecological data and remarks. Madeira, Canarias and Cape Verde.

Material examined: MMC-428; M045, 04/08/2011, one colony fragment, 158 m, 36°45.1653'N 011°03.5576'W, Submarine mountainins South Portugal: Gorringe bank, Ormonde peak, North Eastern Atlantic.

*Remarks:* *S. setacea* is well known in Madeira, Canarias and Cape Verde Islands and this is a new record from the submarine mountains located at South Portugal.



**Figura 40.-** *Stichopathes setacea*. General feature of the colony fragment.



**Figure 41.-** *Stichopathes setacea*. Close up of the polyps. Scale bar 0.1 cm.



**Figure 42.-** *Stichopathes setacea*. Spines detail. Scale bar 0.1 cm.

#### 4. ACKNOWLEDGEMENTS

Francisca Serrais was in charge of the general edition and English checking. Paula Millán and Juan Antonio Rosa taking care of the material at the Museo del Mar and Profesor J. J. Bacallado was extremely patient waiting for our draft.

#### 5. BIBLIOGRAPHY

- AGUIRRE, J., OCAÑA, O., DOMÉNECH, R., MARTINELL, J., MAYORAL, E., PÉREZ-ASENSIO, J. N. & A. SANTOS. 2017. Paisajes coralinos del Plioceno inferior en la Cuenca de Manilva (Málaga). Comunicación oral sesión corales el jueves 28 de septiembre, 2017. 33 *Jornadas de Paleontología, Sociedad Española de Paleontología*, Cádiz 27-30 de septiembre: 232 pp.
- ALTUNA, A. & P. RIOS. 2014. Scleractinia (Cnidaria: Anthozoa) from INDEMARES 2010-2012 expeditions to the Avilés Canyon System (Bay of Biscay, Spain, northeast Atlantic). *Helgolander Marine Research*, 68 (3): 399-430. Doi:10.1007/s10152-014-0398-z.
- ANGIOLILLO, M., BO, M., BALLEVESTRO, G., GIUSTI, M., SALVATI, E. & S. CANESE. 2012. Record of *Ellisella paraplexauroides* (Anthozoa: Alcyonacea: Ellisellidae) in Italian waters (Mediterranean Sea). *Marine Biodiversity Records* (5): 1-8. Doi: 10.1017/S1755267211000972.
- BAYER, F., GRASSHOFF, M. & J. VERSEVELDT. 1983. *Illustrated trilingual glossary of morphological and anatomical terms applied to octocorallia*. E. J. Brill/ Dr. W. Backhuys editors, Leiden, 75 pp., 20 Plates.
- BO, M. 2008. *Taxonomy and Ecology of Antipatharians*. PhD Thesis of Università Politecnica Delle Marche, Faculty of Sciences, Italy, 106 pp.
- BRITO, A. & O. OCAÑA. 2004. *Corales de las Islas Canarias*. Francisco Lemus Editor, La Laguna, 477 pp., 106 Plates, 153 figs.
- BROOK, G. 1889. Report on the Antipatharia. *Report Scientific Results Voyage H.M.S. Challenger, Zoology*, 32 (80): 1-222, plates 1-15.
- CARPINE, C. & M. GRASSHOFF. 1975. Les Gorgonaires de la Méditerranée. *Bulletin Institute Océanographique Monaco*, 71 (1430): 1-140, 62 figs.
- DE MATOS, V. 2010. *Revision of the taxonomy of the black corals (Anthozoa: Antipatharia) from the Azores Archipelago*. MsC Thesis from Departament of Oceanography and Fisheries Taxonomy and Biogeography of the University of the Azores, 99 pp, 39 figs., 8 annexes.
- GIUSTI, M., BO, M., BAVESTRELLO, G., ANGIOLILLO, M., SALVATI, E. & S. CANESE. 2012. Record of *Viminella flagellum* (Alcyonacea: Ellisellidae) in Italian waters (Mediterranean Sea). *Marine Biodiversity Records* (5): 1-5. Doi: 10.1017/ S1755267211000510.
- GRASSHOFF, M. 1972. Die Gorgonarien des östlichen Nordatlantik und des Mittelmeeres. I. Die Familie Ellisellidae (Cnidaria: Anthozoa). Auswertung der "Atlantischen Kuppelfahrten 1967" von F.S. "Meteor". "*Meteor*" *Forsch.-Ergebnisse*, D 13: 73-87, 9 figures.

- GRASSHOFF, M. 1973. Die Gorgonaria des östlichen Nordatlantik und des Mittelmeeres II. Die Gattung *Acanthogorgia* (Cnidaria: Anthozoa). Auswertung der "Atlantischen Kuppenfahrten 1967" von F. S. "Meteor". *"Meteor" Forsch.-Ergebnisse*, (D) 13: 1-10.
- GRASSHOFF, M. 1977a. Die Hornkorallen (Gorgonaria) der Kanarischen Region. *Vieraea*, 7 (1): 23-40, figs. 40.
- GRASSHOFF, M. 1977b. Die Gorgonarien des östlichen Nordatlantik und des Mittelmeeres III. Die Familie Paramuriceidae (Cnidaria: Anthozoa). *"Meteor" Forsch.-Ergebnisse*, (D) 27: 5-76.
- GRASSHOFF, M. 1981. Gorgonaria und Pennatularia (Cnidaria: Anthozoa) vom mittelatlantischen Rücken SW der Azoren. *Steenstrupia*, 7 (9): 213-230, one abb.
- GRASSHOFF, M. 1986. Die Gorgonaria der Expeditionen von "Travailleur" 1880-1882 und "Talisman" 1883 (Cnidaria, Anthozoa). *Bulletin Muséum National Histoire Naturelle.*, Paris, 4<sup>o</sup> sér., 3 (4): 941-978, abb., 51.
- GRASSHOFF, M. 1982. Die gorgonaria, Pennatularia und Antipatharia des Tiefwassers der Biskaya (Cnidaria, Anthozoa). *Bulletin Muséum National Histoire Naturelle*, Paris, (4) 8 (A;1): 9-38 abb., 9.
- GRASSHOFF, M. 1989. Die Meerenge von Gibraltar als Faunen-Barriere: Die Gorgonaria, Pennatularia und Antipatharia der BALGIM-Expedition (Cnidaria: Anthozoa). *Senckenbergiana maritima*, 20 (5/6): 201-223, abb., 4.
- GRASSHOFF, M. 1992. Die Flachwasser-Gorgonarien von Europa und Westafrika (Cnidaria: Anthozoa). *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, 149 pp., 7 tafels.
- GRAVIER, C. J. 1918. Note sur les Antipathaires du Golfe de Naples. *Publicazioni della Stazione Zoologica di Napoli*, 2: 223-239, plates xii-xiii.
- GRAY, J. E. 1857. On the animal and bark of *Antipathes*. Synopsis of the families and genera of axiferous Zoophytes or barked corals. *Proceedings Zoological Society London*, 25: 278-294.
- GRAY, J. E. 1860. Notice of new corals from Madeira. *Annals Magazine Natural History*, Ser. 3, 6: 311.
- JOHNSON, J. Y. 1862. Descriptions of some new corals from Madeira. *Proceedings Zoological Society London*, 194-197, figs. 1-5.
- JOHNSON, J. Y. 1863. Description of a new species of flexible corals belonging to the genus *Juncella*, obtained at Madeira. *Proceedings Zoological Society London*, pp: 505-506.
- JOHNSON, J. Y. 1899. Notes on the Antipatharian corals of Madeira with descriptions of a new species and new variety with remarks on a specimen from the West Indies in the British Museum. *Proceedings Zoological Society London*, 1899, part 4: 813-824, III figures.
- KOELLIKER, R. A. 1865: Die Bindesubstanz der Coelenteraten. *Icones histologicae oder Atlas der vergleichenden Gewebslehre*, 2 (I): 87-181, figs. 16-28, plates. 10-19.
- LÓPEZ-GONZÁLEZ, P. J. 1993. *Taxonomía y Zoogeografía de los Antozoos del Estrecho de Gibraltar y áreas próximas*. Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla.
- LÓPEZ-GONZÁLEZ, P. J. & M. R. CUNHA. 2010. Two new species of *Dendrobrachia* Brook, 1889 (Cnidaria: Octocorallia: Dendrobrachiidae) from the north-eastern Atlantic

- and western Mediterranean. *Scientia Marina*, 74 (3): 423-434, 9 figures. Doi: 10.3989/scimar.2010.74n3423.
- OCAÑA, O., RAMOS, A. & J. TEMPLADO. 2009. *Paisajes Sumergidos de la Región de Ceuta y su Biodiversidad*. Edita Fundación Museo del Mar, 254 pp.
- OCAÑA, O., A. HENRIQUES & F. PORTEIRO, 2007. An occurrence of ring sea anemones (Anthozoa, Actiniaria) in the Azores region. *Graellsia*, 63 (2): 359-362.
- OCAÑA, O., DEN HARTOG, J. C., BRITO, A., MORO, L., HERRERA, R., MARTÍN, J., RAMOS, A., BALLESTEROS, E. & J. J. BACALLADO. 2015. A survey on Anthozoa and its habitats along the Northwest African coast and some islands: new records, descriptions of new taxa and biogeographical, ecological and taxonomical comments. Part I. *Revista Academia Canaria Ciencias*, 27: 9-66, 110 figs.
- OLIVEIRA, F., AGUILAR, R., MONTEIRO, R., BENTES, L., AFONSO, C.M.L, GARCÍA, S., XAVIER, J. R., OCAÑA, O., DE MATOS, V., TAVARES, A. M. & J.M.S. GONÇALVES, 2017. *A photographic guide of the species of the Gorringe Bank*. Centro de Ciências do Mar (CCMAR)/Oceana, Faro, Portugal, 312 pp.
- OPRESKO, D. M. 2001. Revision of the Antipatharia (Cnidaria: Anthozoa). Part I. Establishment of a new family, Myriopathidae. *Zoologische Mededelingen Leiden*, 75 (17): 343-370, figs. 1-18.
- OPRESKO, D. M. & BARON-SZABO, R.C. 2001. Redescription of the antipatharian corals describe byt E.J.C. Esper with selected English translation of the original German text (Cnidaria, Anthozoa, Antipatharia). *Seckenb. Biol.* 81: 1-21.
- OPRESKO, D. M. 2002: 411-442, figs., 1-7. Revision of the Antipatharia (Cnidaria: Anthozoa), Part II, Schizopathidae. *Zoologische Mededelingen Leiden*, 76 (22): 411-442, figs. 1-17.
- OPRESKO, D. M. 2003. Redescription of *Antipathes dichotoma* Pallas, 1766 (Cnidaria: Anthozoa: Antipatharia). *Zoologische Mededelingen Leiden*, 77 (30): 481-493, figs. 1-5.
- OPRESKO, D. M. & G. FÖRSTERRA. 2003. Gorgonien. En *Das Mittelmeer II/I*. Robert Hofrichter ed. Spektrum Akademischer Verlag. Heidelberg. Berlin, 506-509 pp, 98 figs.
- SARTORETTO, S. 2012. New records of *Dendrobrachia bonsai* (Octocorallia: Gorgonacea: Dendrobrachiidae) in the western Mediterranean Sea. *Marine Biodiversity Records*, 5: 1-4, 3 figs. Doi: 10.1017/S1755267211000114.
- STIASNY, T. 1936. Gorgonaria von Cap Blanco (Westafrika, Mauretanien). *Capita zoologica*, 8 (2): 1-43, Den Haag.
- STOKES, L. & W. J. BRODERIP. 1928. Description of *Caryophyllia smithii* n. sp. *Zoological Journal*, 3: 485-486, pl., 13, figs. 1-6.
- STUDER, T. 1901. Alcyonaires provenant des campagnes de l'Hidronnelle (1886-1888). *Résultats Campagnes Scientifiques Prince Albert I*, Monaco, 20: 1-46, 11 plates.
- TEMPLADO, J., CALVO, M., MORENO, D., FLORES, A., CONDE, F., ABAD, R., RUBIO, J., LÓPEZ-FÉ, C. M. & M. ORTÍZ. 2006. *Flora y Fauna de la Reserva Marina y Reserva de Pesca de la isla de Alborán*. Secretaría General de Pesca Marítima, MAPA, Madrid, 269 pp. 108 figs.
- TEMPLADO, J., BALLESTEROS, E., GALPARSORO, I., BORJA, A., SERRANO, A., MARTÍN, L. & A. BRITO. 2012. *Inventario español de hábitats y especies marinos*:



*guía interpretativa: inventario español de hábitats marinos*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 229 pp.

- THOMSON, J. A. 1927. Alcyonaires provenant des campagnes scientifiques du prince Albert I de Monaco. *Résultats Campagnes Scientifiques Prince Albert I*, Monaco, 73: 87 pp., 6 Plates.
- THOMSON, J. A. 1929. Alcyonaires des environs de Monaco et de localités diverses. *Bulletin Institute Océanographique*, Monaco, 534. 1-10, one figure.
- TIXIER-DURIVault, A. & M. J. D'HONDT, 1974. Les Octocoralliaires de la campagne Biaçores. *Bulletin Muséum National Histoire Naturelle*, Paris, 3<sup>o</sup> Sér., (252), Zool., 174: 1361-1433, 30 figs.
- WEINBERG, S & M. GRASSHOFF. 2003. Gorgonien. En *Das Mittelmeer II/I*, pp. 418-427, 67 figs. Robert Hofrichter ed. Spektrum Akademischer Verlag. Heidelberg. Berlin.
- ZIBROWIUS, H. 1980. Les Scléactiniaires de la Méditerranée et de l'Atlantique nord-oriental. *Mémoires Institute Océanographique*, Monaco, 11: 1-284, 107 Plates.
- ZIBROWIUS, H. & L. SALDANHA. 1976. Scléactiniaires récoltés en plongée au Portugal et dans les archipels de Madère et des Açores. *Boletim Sociedade portuguesa Ciências Naturais*, 16: 91-114.
- ZIBROWIUS, H. & M. TAVIANI. 2005. Remarkable sessile fauna associated with deep coral and other calcareous substrates in the Strait of Sicily, Mediterranean Sea. In *Cold-water Corals and Ecosystems*, pp. 807-819, fig. 3. Freiwald A.& Roberts JM (eds). Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.

**Fecha de recepción:** 2 de octubre de 2017 / **Fecha de aceptación:** 6 de noviembre de 2017

## Primeros registros de invertebrados marinos para las islas Canarias (II)

Herrera, R.<sup>1</sup>, L. Moro<sup>1</sup>, O. Aiza<sup>1</sup>, J. Núñez<sup>2</sup>, C. Camacho<sup>3</sup>, J. Martín<sup>4</sup>,  
T. Brito<sup>5</sup>, J. J. Bacallado<sup>6</sup> & J. Ortea<sup>7</sup>

<sup>1</sup> Servicio de Biodiversidad. Edificio de Servicios Múltiples II (5ª planta)  
Agustín Millares Carló, 18, Las Palmas de Gran Canaria, España

<sup>2</sup> Universidad de La Laguna, Dpto. de Biología Animal, Laboratorio de Bentos  
38206 La Laguna, Tenerife, España

<sup>3</sup> C/ Luis Benítez Inglott nº 26 P. 1-11, 35011, Las Palmas de Gran Canaria, España

<sup>4</sup> Calle Francisco Martínez Viera 5º bajo Izq., S/C de Tenerife.- 38009- Tenerife, España

<sup>5</sup> Oficina de la R.M. de La Palma, Refugio Pesquero s/n, 38770, Tazacorte, La Palma, España

<sup>6</sup> Museo de Ciencias Naturales, C/ Fuente Morales, s/n. Apdo. 853. S/C de Tenerife, España

<sup>7</sup> Departamento BOS, Universidad de Oviedo, Asturias, España

Autor para la correspondencia: lmoraba@gobiernodecanarias.org

### RESUMEN

Se registran por primera vez en el archipiélago canario catorce especies de invertebrados marinos: tres escifozoos, tres poliquetos, dos copépodos, un decápodo y cinco ascidias. De todas se incluyen ilustraciones de los ejemplares vivos e información sobre las localidades de colecta.

**Palabras clave:** Cnidaria, Arthropoda, Chordata, nuevas citas, islas Canarias.

### ABSTRACT

Fourteen species of marine invertebrates are recorded in the Canary archipelago for the first time: three scyphozoa, three polychaetes, two copepods, one decapod and five ascidians. All of them include illustrations of the live specimens and information about the collection locations.

**Key words:** Cnidaria, Arthropoda, Chordata, new records, Canary Islands.

### 1. INTRODUCCIÓN

La elaboración del inventario de la biodiversidad de un área geográfica siempre ha sido un paso previo y necesario para poder acometer medidas de gestión y conservación de

una manera eficaz. Pero en la situación actual, donde el aumento generalizado de la temperatura está ocasionando cambios en la biocenosis de los ecosistemas, de una manera particularmente notable en el medio marino, refuerza la importancia de elaborar dicho inventarios. Con el fin de registrar estos cambios se creó en 2012 la RED PROMAR, una red de ciencia ciudadana del Gobierno de Canarias, que recopila y geolocaliza los avistamientos que realizan los ciudadanos (buceadores, pescadores, bañistas, etc.) de especies marinas, que cuenta en la actualidad con más de 700 colaboradores por todo el archipiélago, que conforma una red de alerta temprana ante la llegada de nuevas especies, además de aportar una valiosa información sobre la distribución de las especies nativas. Para facilitar la colaboración de la ciudadanía, la RED PROMAR cuenta con una *Guía de Especies* colaborativa y gratuita, que en la actualidad ilustra más de 1250 especies presentes en Canarias con más 4.000 imágenes. El presente artículo es una recopilación de 14 especies de invertebrados marinos (tres escifozoos, tres poliquetos, dos copépodos, un decápodo y cinco ascidias) desconocidas hasta el presente en el archipiélago canario, hallados como subproductos de los muestreos regulares llevados a cabo por los autores en los últimos años o aportaciones de usuarios de la RED PROMAR; y son continuación de otros trabajos anteriores como: BURRESON *et al.* (2006), DE VERA *et al.* (2009), HERRERA *et al.* (2016), MORO *et al.* (2013 y 2014), NÚÑEZ *et al.* (2010), RIERA *et al.* (2010a, b y 2012).

## 2. SISTEMÁTICA

Filo Cnidaria Verrill, 1865  
Clase Scyphozoa Goette, 1887  
Orden Coronatae Vanhöffen, 1892  
Familia Linuchidae Haeckel, 1880  
Género *Linuche* Eschscholtz, 1829

### *Linuche unguiculata* (Schwartz, 1788) (Lámina 1A)

**Material examinado:** Playa del Varadero (WGS84 / UTM zone 28N 213875/3076695), Puerto de La Estaca, El Hierro, 27.5.2017, decenas de éfiras nadando a menos de 50 cm de la superficie, observadas en apnea al anochecer (L. Moro obs. pers).

**Observaciones:** *Linuche unguiculata* (Swartz, 1788) es una escifomedusa común en la aguas tropicales del Atlántico oeste (Indias Occidentales y Bahamas). Esta especie aparece anualmente en elevadas concentraciones en las aguas costeras, comúnmente desde mediados de febrero hasta finales de mayo (SEGURA & ÁLVAREZ, 1993). Se ha constatado que el contacto con cualquiera de las tres fases planctónicas de *L. unguiculata*, medusa, plánula o éfira, pueden causar erupciones cutáneas en los bañistas (SEGURA-PUERTAS, 2001). Aunque se considera una especie anfiatlántica (MORANDINI, 2005), hay escasos registros en el Atlántico este. LEÓN *et al.* (2005) recogen la presencia de *E. unguiculata* en las islas de Cabo Verde, en base a la publicación de HAECKEL

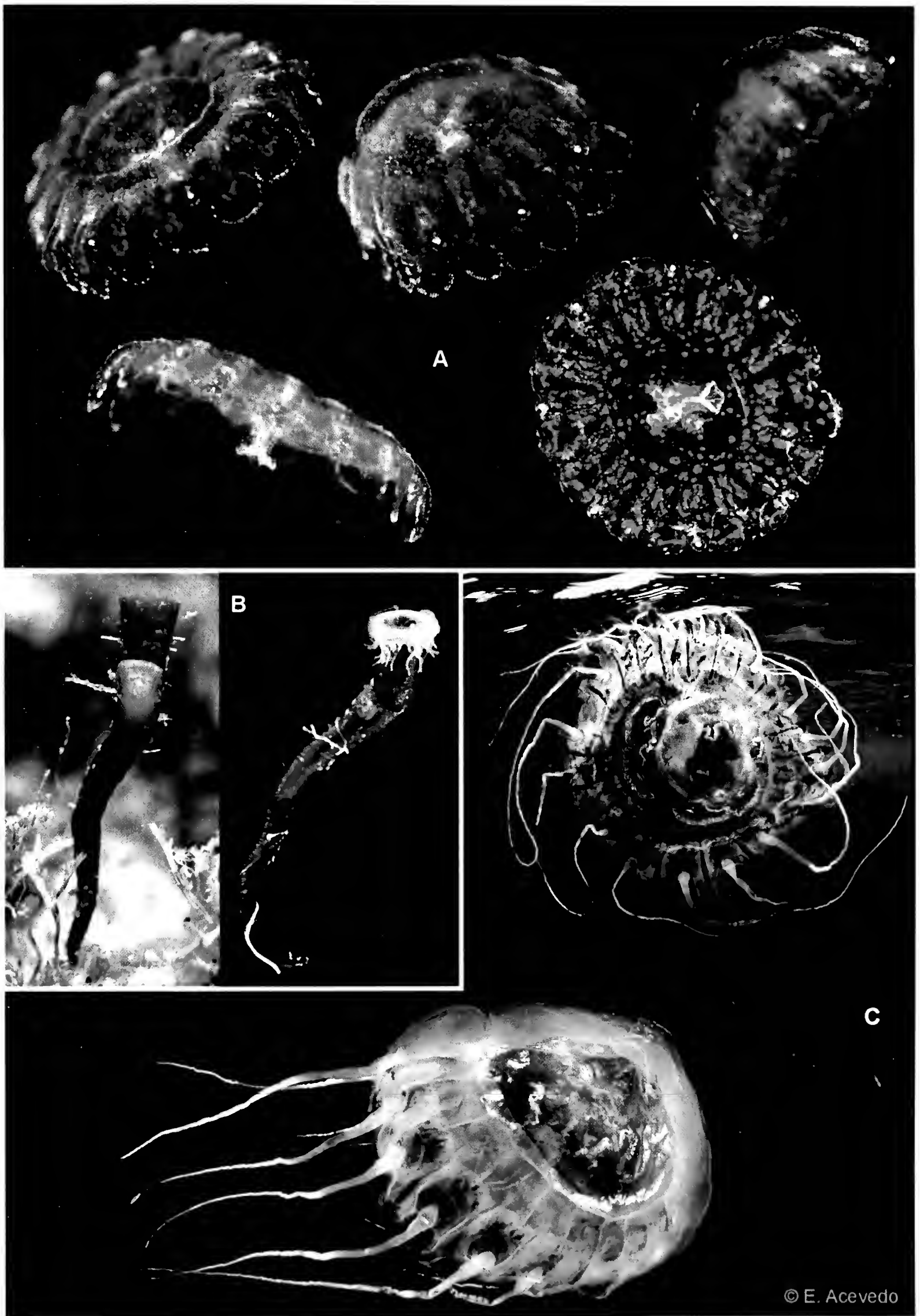


Lámina 1.- Éfiras de *Linuche unguiculata* (Schwartz, 1788) (A), escifistoma de *Nausithoe aurea* Da Silveira & Morandini, 1997 (B) y ejemplar de la medusa *Periphyllopsis galathea* Kramp, 1959 (C).

(1879). Sin embargo, nosotros no hemos encontrado en dicho trabajo ninguna alusión a su presencia en esas islas, atribuyéndole una distribución caribeña (HAECKEL, 1879, págs. 498-499). La presencia de éfiras de *L. unguiculata* en las aguas de El Hierro, es la cita más septentrional en esta orilla del Atlántico.

Familia Nausithoidae (Claus, 1883)

Género *Nausithoe* Kölliker, 1853

***Nausithoe aurea* Da Silveira & Morandini, 1997**

(Lámina 1B)

**Material examinado:** Cueva de la Catedral (WGS84 / UTM zone 28N 629751/3199572), Veril de Puerto el Carmen (Lanzarote). 1.5.2012, varios escifistomas fijados en las paredes del fondo de la cueva, a 28 m de profundidad (L. Moro obs. pers.).

**Observaciones:** Especie descrita de las costas del Brasil (DA SILVEIRA & MORANDINI, 1997) ha sido citada en el archipiélago de Cabo Verde LEÓN *et al.* (2005). Primera cita para Canarias.

Familia Periphyllidae Haeckel, 1880

Género *Periphyllopsis* Vanhöffen, 1900

***Periphyllopsis galathea* Kramp, 1959**

(Lámina 1C)

**Material examinado:** Los Gigantes, aproximadamente a 6 millas náuticas de la costa, Tenerife, 28.5.2017, 1 ejemplar de unos 30 cm (E. Acevedo *com. pers.*).

**Observaciones:** El ejemplar fotografiado se ajusta a la descripción dada por KRAMP (1961) para *P. galathea*: Periphyllidae con 20 (4x5) tentáculos y 24 lóbulos radiales, hasta 38 cm de ancho, con el disco central y 24 líneas radiales, en la periferia de la umbrela, de color marrón-chocolate. Especie de hábitos profundos, que aunque se considera distribuida por el océano Índico, existen observaciones no confirmadas en el Atlántico oeste (LARSON *et al.* 1991). Primer registro en el Atlántico este.

Filo Annelida Lamarck, 1809

Clase Polychaeta Grube, 1850

Familia Chaetopteridae Audouin & Milne Edwards, 1833

Género *Mesochaetopterus* Potts, 1914

***Mesochaetopterus rogeri* Martin, Gil, Carreras-Carbonell & Bhaud, 2008**

(Lámina 2A)

**Material examinado:** Puerto de La Restinga, El Hierro, febrero-2007, un ejemplar fotografiado a -8 m en fondo de arena (T. Brito obs. pers.). Bocana del Puerto de Taliarte, Telde, Gran Canaria, enero de 2009, un ejemplar fotografiado a -6 m, en fondo de arena fina (L. Moro obs. pers.)

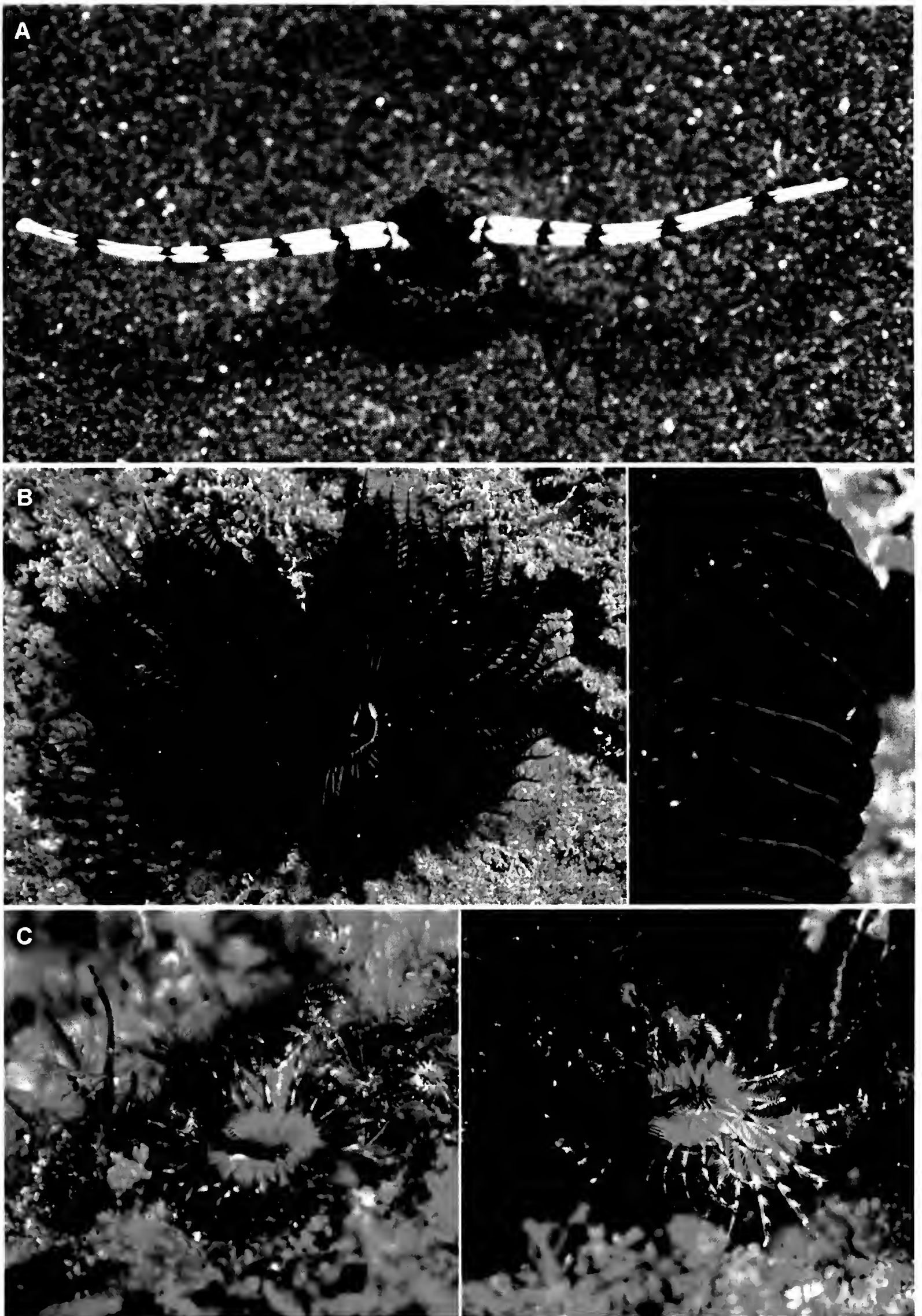


Lámina 2.- *Mesochaetopterus rogeri* Martin, Gil, Carreras-Carbonell & Bhaud, 2008 (A), *Branchiomma luctuosum* (Grube, 1870) (B) y *Pomatostegus stellatus* (Abildgaard, 1789) (C).

**Observaciones:** *Mesochaetopterus xerecus* Petersen & Fanta, 1969, descrita a partir de ejemplares de Brasil, y *M. rogeri*, del Mediterráneo ibérico, son dos especies muy próximas (MOORE *et al.*, 2017) que presentan un patrón de coloración similar de tentáculos. No obstante, pese a que ninguno de los ejemplares observados ha podido ser colectado, siguiendo el criterio de MARTÍN *et al.* (2008), la presencia de bandas y anillos alternos de color negro nos hace pensar que se trata de esta segunda especie. La presente cita constituye el primer registro en el Atlántico.

Familia Sabellidae Latreille, 1825

Género *Branchiomma* Kölliker, 1858

***Branchiomma luctuosum* (Grube, 1870)**

(Lámina 2B)

**Material examinado:** Playa de Las Alcaravaneras, Las Palmas de Gran Canaria, Gran Canaria, 24.3.2017, 1 ejemplar fotografiado a 6 m de profundidad (C. Camacho obs. pers.).

**Observaciones:** *B. luctuosum* fue descrito del Mar Rojo. A partir de 1983 se han sucedido las citas a lo largo del Mediterráneo, donde en la actualidad se considera una especie invasora (KHEDHRI *et al.*, 2017), con una población autosostenible en la naturaleza, sobreviviendo y reproduciéndose a distancias significativas de los puntos donde ha sido introducido (LÓPEZ & RICHTER, 2017). Ha sido citado en Brasil por NOGUEIRA *et al.* (2006). La presente es la primera cita en el Atlántico este.

Familia Sabellidae Latreille, 1825

Género *Serpulidae* Rafinesque, 1815

***Pomatostegus stellatus* (Abildgaard, 1789)**

(Lámina 2C)

**Material examinado:** Frente litoral de la Avenida Juan Rodríguez Doreste (WGS84 / UTM zone 28N 459029/3109966), Las Palmas de Gran Canaria, Gran Canaria, 3.5.2017, varios ejemplares fotografiados entre 0-7 m de profundidad (C. Camacho obs. pers.).

**Observaciones:** Hasta hace pocos años *P. stellatus* se le atribuía una distribución circum-tropical, pero en la actualidad se considera restringida al Atlántico tropical (TEN HOVE & KUPRIYANOVA, 2009, KUPRIYANOVA *et al.*, 2015). El presente registro es la cita más meridional en esta orilla del Atlántico.



Filo Arthropoda von Siebold, 1848  
Clase Hexanauplia Oakley, Wolfe, Lindgren & Zaharof, 2013  
Orden Cyclopoida Burmeister, 1834  
Familia Anthessiidae Humes, 1986  
Género *Anthessius* Della Valle, 1880

***Anthessius arcuatus* López-González, Conradi, Naranjo & García-Gómez, 1992**  
(Lámina 3A)

**Material examinado:** Las Eras (UTM 28R 360471/3119416), Tenerife, 8.8.2015, -9 m, varios ejemplares sobre *Berthellina edwardsii*. (J. Martín com. pers.).

**Observaciones:** *Anthessius arcuatus* fue descrito a partir de ejemplares asociados al notaspídeo *Berthella stellata* en la Bahía de Algeciras (LÓPEZ-GONZÁLEZ *et al.*, 1992). Posteriormente, LÓPEZ-GONZÁLEZ *et al.* (1997) recoge una nueva asociación de *A. arcuatus*, con el género *Berthellina* Gardiner, 1936, en la Bahía de Benzú, Marruecos. Los ejemplares colectado en Canarias fueron observados sobre el manto y el pie de varios ejemplares de *Berthellina edwardsii*, donde eran difícilmente distinguibles. Se colectaron machos y hembras, las cuales portaban sacos de huevos. El presente registro es la primera cita para la especie fuera del Estrecho de Gibraltar.

Orden Siphonostomatoida Thorell, 1859  
Caligidae Burmeister, 1835  
Género *Caligus* O.F. Müller, 1785

***Caligus cf. elongatus* von Nordmann, 1832**  
(Lámina 3B)

**Material examinado:** Güímar (WGS84 / UTM zone 28N 364827/3129241), Tenerife, 8.10.2014, -9 m, 1 ejemplar (♂) colectado 1 m de la superficie en una red para la de plancton (L. Moro obs. pers.).

**Observaciones:** *C. elongatus* es un copépodo ectoparásito generalista de peces. La determinación, basada en su morfología general, es provisional hasta que se disponga de más individuos.

Clase Malacostraca Latreille, 1802  
Orden Decapoda Latreille, 1802  
Familia Palinuridae Latreille, 1802  
Género *Panulirus* White, 1847

***Panulirus regius* De Brito Capello, 1864**  
(Lámina 3C)

**Material examinado:** Playa del Cabrón, Arinaga, Gran Canaria. 28.2.2017, 1 ejemplar a 9 m de profundidad en una oquedad (M. Martín obs. pers.).

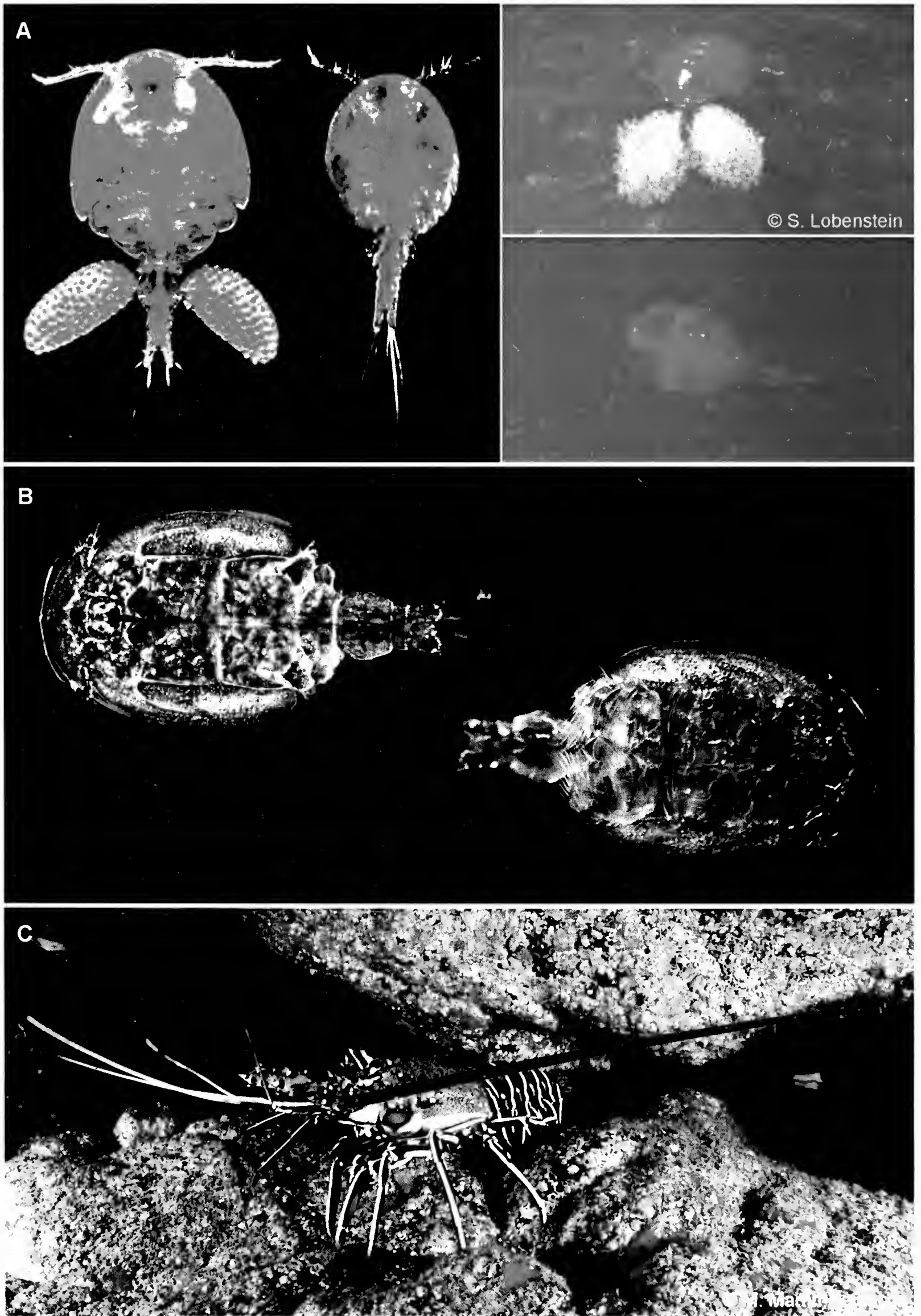


Lámina 3.- *Anthessius arcuatus* López-González, Conradi, Naranjo & García-Gómez, 1992 (A), *Caligus cf. elongatus* von Nordmann, 1832 (B) y *Panulirus regius* De Brito Capello, 1864 (C).

**Observaciones:** Según HOLTHUIS (1991), *P. regius* se distribuye por la costa occidental de África, entre Tarfaya (Marruecos) y el sur de Angola, y en el Mediterráneo occidental, a lo largo de la costa España y Francia. En las islas de Cabo Verde se explota comercialmente, donde se la conoce como *lagosta verde*, representando el 71 % de las capturas de langosta en las islas del noroeste (FREITAS *et al.*, 2007). Hasta el momento, *P. regius* se considera una especie dudosa en Canarias. Si bien existen citas en la literatura, algunos autores piensan que se puede deber a errores de identificación o a ejemplares escapados de viveros (GONZÁLEZ PÉREZ, 1995). El presente registro confirma su presencia en el medio marino natural de Canarias, aunque no se puede descartar que su presencia sea accidental en las islas, debido a la arribada de larvas, pero sin llegar a formar poblaciones estables.

Filo Chordata Haeckel, 1874

Clase Ascidiacea Blainville, 1824

Orden Phlebobranchia Lahille, 1886

Familia Polyclinidae Milne Edwards, 1841

Género *Aplidium* Savigny, 1816

***Aplidium proliferum* (Milne Edwards, 1841)**

(Lámina 4A)

**Material examinado:** Arinaga, Gran Canaria. 26.5.2007, varios ejemplares observados entre 3 y 6 m de profundidad sobre sustrato rocoso con macrófitos (R. Herrera obs. pers.).

**Observaciones:** De acuerdo con RAMOS-ESPLÁ & OCAÑA (2017) se trata de una especie de hábitos poco profundos (0-75 m) que vive en diferentes sustratos (roca, grava, macroalgas, gorgonias, etc.); distribuida en las regiones Atlántico-Boreal noreste, Atlántico-Mediterráneo, y el mar Mediterráneo. El presente registro es la primera cita en las islas Canarias.

Orden Phlebobranchia Lahille, 1886

Familia Perophoridae Giard, 1872

Género *Ecteinascidia* Herdman, 1880

***Ecteinascidia turbinata* Herdman, 1880**

(Lámina 4B)

**Material examinado:** Club Náutico Puerto de Güímar (WGS84 / UTM zone 28N 364708/3129837), Tenerife, 19.3.2017, numerosas colonias sobre cabos y pantalanés, entre 1 y 5 m de profundidad (L. Moro obs. pers.).

**Observaciones:** De acuerdo MACIVER *et al.* (2017), aunque esto no ha sido confirmado, es posible que *E. turbinata* haya expandido su área de distribución a través de la actividad humana, desde el área del Caribe, donde se concentra la principal población. En la actualidad se tienen registros de esta especie en Senegal, las islas de Cabo Verde, el Canal de Suez, el Mar Rojo y el Mediterráneo. Primera cita para Canarias.

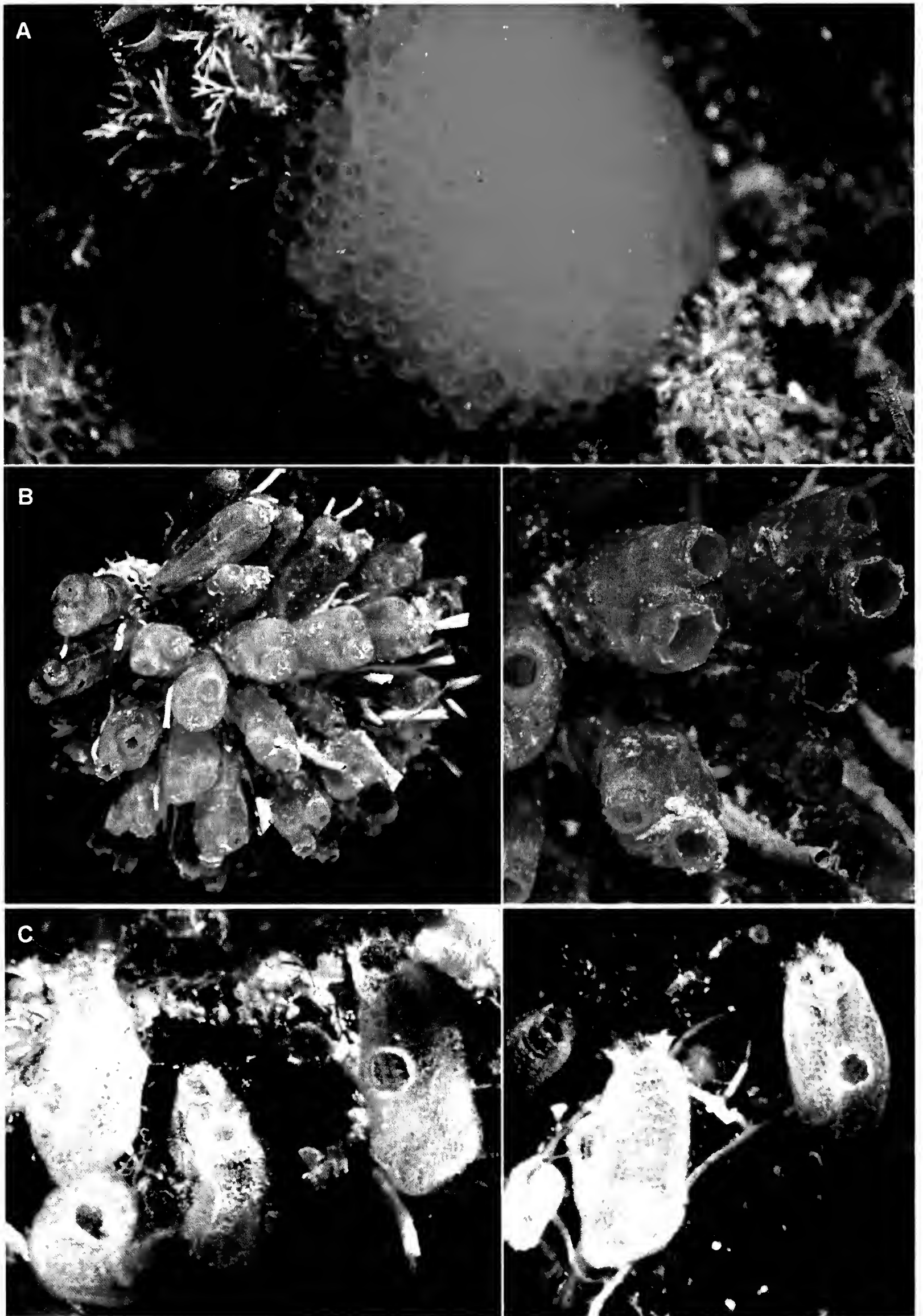


Lámina 4.- *Aplidium proliferum* (Milne Edwards, 1841) (A), *Ecteinascidia turbinata* Herdman, 1880 (B) y *Perophora japonica* Oka, 1927 (C).

Género *Perophora* Wiegmann, 1835

***Perophora japónica* Oka, 1927**

(Lámina 4C)

**Material examinado:** Puerto pesquero del Cotillo (WGS84 / UTM zone 28N 596539/3173019), Fuerteventura, septiembre de 2004, varias colonias bajo piedras entre 3 y 6 m de profundidad, en el exterior de la bocana del puerto (L. Moro obs. pers).

**Observaciones:** Considerada nativa del noroeste del Pacífico (Japón y Corea), esta especie ha sido introducida en la costa oeste de Norteamérica y en las costas atlánticas de Europa, desde el norte de Irlanda al norte de España (MINCHIN *et al.*, 2016). Primera cita para Canarias.

Orden Stolidobranchia Lahille, 1886

Familia Styelidae Sluiter, 1895

Género *Symplegma* Herdman, 1886

***Symplegma brakenhielmi* (Michaelsen, 1904)**

(Lámina 5A)

**Material examinado:** Punta Pesebre (WGS84 / UTM zone 28N 549996/3109572), Jandía, Fuerteventura, 16.5.1999, varios ejemplares bajo piedras en la zona de mareas (lám. 5A-IV). Arinaga (WGS84 / UTM zone 28N 460985/3081314), Gran Canaria. 4.4.2008, bajo piedras en la zona de mareas (lám. 5A-I). Arrecife (WGS84 / UTM zone 28N 641724/3203746), Lanzarote, 8.8.2009, bajo piedras a 1 m de profundidad (Lám. 5A-III). La Restinga (WGS84 / UTM zone 28N 205971/3060895), El Hierro, 19.10.2016, bajo piedras a 1 m de profundidad (lám. 5A-V). Playa del Varadero (WGS84 / UTM zone 28N 213875/3076695), Puerto de La Estaca, El Hierro, 27.5.2017, sobre plataforma de flotante de baño. Charco del Ceballo (WGS84 / UTM zone 28N 437610/3069297), Pasito Blanco, Gran Canaria, 16.8.2017, bajo piedras en la zona de mareas (lám. 5A-VI).

**Observaciones:** Descrita originalmente del golfo de Méjico, *S. brakenhielmi* presenta una distribución pantropical. Si bien es considerada exótica en algunas zonas como el Mediterráneo, donde se la trata como un migrante lepesiano (IZQUIERDO *et al.*, 2009), en otras zonas se trata como criptogénica. Además, ha sido confundida en la literatura con diversos congéneres (*S. viride*, *S. rubra*, *S. reptans*, etc.). En Canarias la hemos observado tanto en ambientes portuarios, como en el medio natural, pero siempre en condiciones esciáfilas (pantalanes, bajos piedras o en gritas), donde puede adquirir diversas patrones de coloración. Primera cita para Canarias.

Género *Polyandrocarpa* Michaelsen, 1904

***Polyandrocarpa zorritensis* (Van Name, 1931)**

(Lámina 5B)

**Material examinado:** La Restinga (WGS84 / UTM zone 28N 205971/3060895), El Hierro, 19.10.2016, formando grandes colonias sobre los cabos y flotadores de los pantalanes.

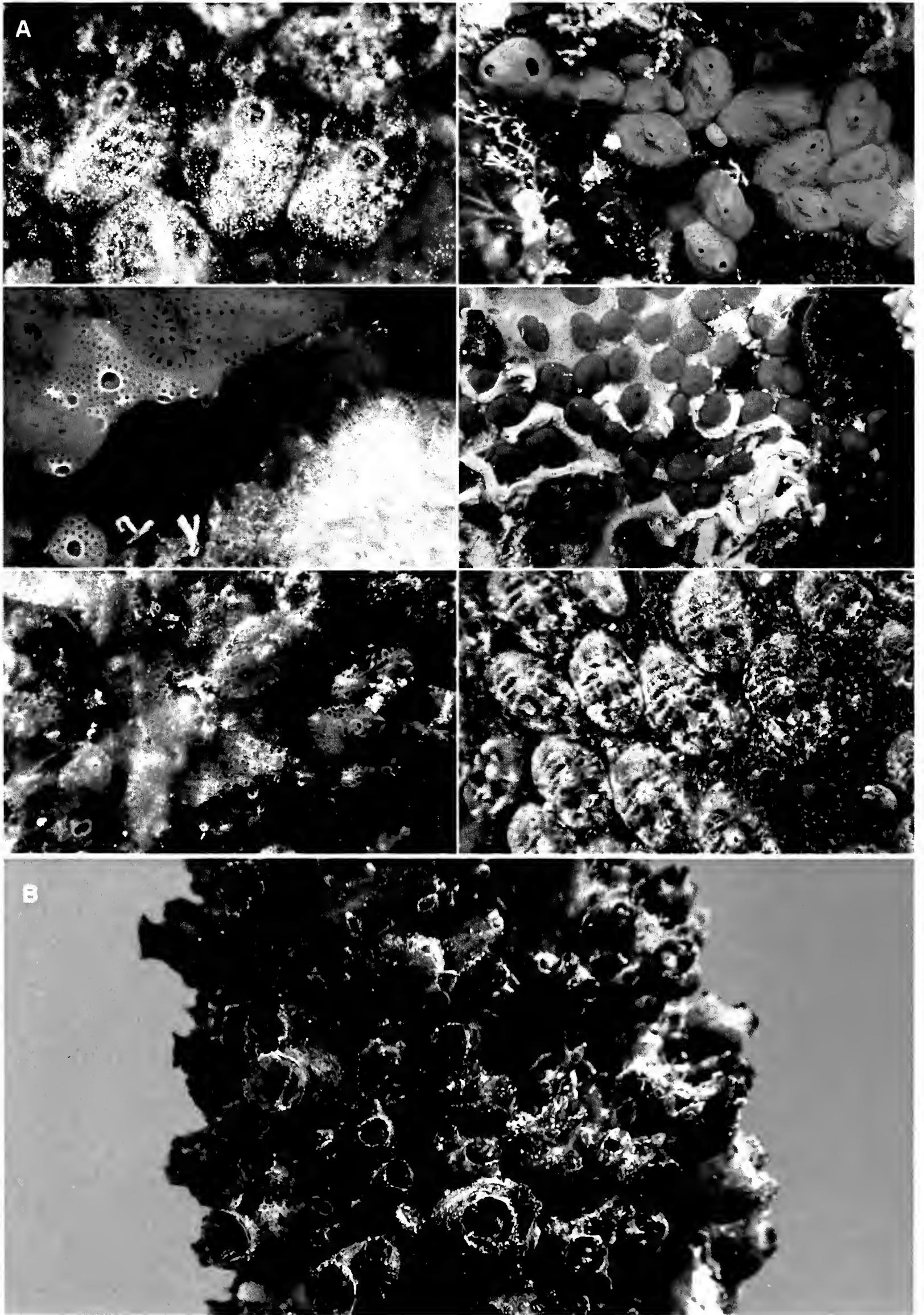


Lámina 5.- *Symplegma brakenhielmi* (Michaelsen, 1904) (A) y *Polyandrocarpa zorritensis* (Van Name, 1931) (B).

**Observaciones:** *P. zorritensis* parece preferir los entornos portuarios, es decir, con las aguas eutróficas, donde las colonias se desarrollan rápidamente mediante una reproducción prolífica. Descrita a partir de ejemplares del Perú, se distribuye en diversas regiones del Pacífico y el Atlántico. Dado que es una especie conspicua y con marcado crecimiento, la sucesión de registros recientes en el Mediterráneo hace pensar que se trata de una especie alóctona en expansión (MONNIOT, 2016). Primera cita para Canarias.

### 3. AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer la colaboración a Eduardo Acevedo, Moisés Martín Betancor y Sacha Lobenstein por el aporte de datos y fotografías de algunas de las especies.

Este trabajo se ha beneficiado del desarrollo del proyecto MIMAR (Seguimiento, control y mitigación de proliferaciones de organismos marinos asociadas a perturbaciones humanas y cambio climático en la Región Macaronésica), el cual está cofinanciado por fondos FEDER a través del Programa INTERREG V-A MAC 2014-2020.

### 4. BIBLIOGRAFÍA

- BURRESON, E., A. MARTÍNEZ, J. NÚÑEZ & L. MORO. 2006. Primeros registros en Canarias de sanguijuelas marinas (Hirudinea, Piscicolidae). *Revista de la Academia Canaria de Ciencias*, 18: 61-66.
- DA SILVEIRA, F. & A. MORANDINI. 1997. *Nausithoe aurea* n. sp. (Scyphozoa, Coronatae, Nausithoidae), a species with two pathways of reproduction after strobilation: sexual and asexual. *Contributions to Zoology*, 66(4):235-246.
- DE VERA, A., L. MORO, J. J. BACALLADO & F. HERNÁNDEZ. 2009. Contribución al conocimiento de la biodiversidad de políclados (Platyhelminthes, Turbellaria) en las Islas Canarias. *Revista de la Academia Canaria de Ciencias*, 20(4): 45-59.
- FREITAS, R., A. MEDINA, S. CORREIA & M. CASTRO. 2007. Reproductive biology of spiny lobster *Panulirus regius* from the north-western Cape Verde Islands. *African Journal of Marine Science*, 29 (2), 201-208.
- GONZÁLEZ PÉREZ, J.A. 1995. *Catálogo de los crustáceos decápodos de las Islas Canarias. Gambas. Langostas. Cangrejos*. Publicaciones Turquesa S. L., Santa Cruz de Tenerife. 282 pp.
- HAECKEL, E. 1879. *Das System der Medusen*. 2 vols. Gustav Fisher Verlag, Jena I., pp. 1-360; II., pp. 361-372.
- HOLTHUIS, L. B. 1991. *FAO Species Catalogue, vol. 13. Marine Lobsters of the World, vol. 13*. FAO Fisheries Synopsis, 125 pp.
- HERRERA, R., L. MORO, J. MARTÍN, O. OCAÑA, J. J. BACALLADO & J. ORTEA. 2016. Primeros registros de invertebrados marinos para las islas Canarias. *Revista de la Academia Canaria de Ciencias*, 28: 231-242.
- IZQUIERDO, A., M. DÍAZ & A. A RAMOS-ESPLÁ. 2009. Recent non-indigenous ascidians in the Mediterranean Sea. *Aquatic Invasions*, 4 (1): 59-64.

- KHEDHRI, I., M. A. TOVAR-HERNÁNDEZ, P. BONIFÁCIO & A. ALEYA. 2017. First report of the invasive species *Branchiomma bairdi* McIntosh, 1885 (Annelida: Sabellidae) along the Tunisian coast (Mediterranean Sea). *BioInvasions Records*, 6 (2): 139-145.
- KRAMP, P. L. 1961. Synopsis of the medusae of the world. *Journal of the marine biological Association of the United Kingdom*, 40: 7-382.
- KUPRIYANOVA, E. K., Y. SUN, H. A. TEN HOVE, E. WONG, & G. W. ROUSE. 2015. Serpulidae (Annelida) of Lizard Island, Great Barrier Reef, Australia. *Zootaxa*, 4019 (19): 275-353.
- LARSON, R. J., C. E. MILLS & G. R. HARBISON. 1991. Western Atlantic midwater hydrozoan and scyphozoan medusae: in situ studies using manned submersibles. In *Hydrobiologia* (Vol. 216, No. 1, pp. 311-317). Kluwer Academic Publishers.
- LEÓN, M. E., E. TEJERA, F. HERNÁNDEZ & D. CONWAY. 2005. Medusas de las islas de Cabo Verde: resultados de la campaña TFMCBM/98 Cabo Verde. *Vieraea*, 33, 11-28.
- LÓPEZ, E., & A. RICHTER. 2017. Non-indigenous species (NIS) of polychaetes (Annelida: Polychaeta) from the Atlantic and Mediterranean coasts of the Iberian Peninsula: an annotated checklist. *Helgoland Marine Research*, 71(1), 19.
- LÓPEZ-GONZÁLEZ, P. J., M. CONRADI & J. C. GARCÍA-GÓMEZ. 1997. New records of copepods associated with marine invertebrates from Strait of Gibraltar and nearby areas. *Miscellanea Zoológica*, 20 (1), 101-110.
- LÓPEZ-GONZÁLEZ, P. J., M. CONRADI, S. NARANJO & J. C. GARCÍA-GÓMEZ. 1992. A new species of *Anthessius* (Copepoda: Poecilostomatoida) associated with *Berthella stellata* (Risso, 1826) (Gastropoda: Opisthobranchia). *Proceedings of the Biological Society of Washington*, 105 (2): 240-248.
- MACIVER, S. K., J. EVANS, J. A. BORG, A. A. RAMOS-ESPLÁ & P. J. SCHEMBRI. 2017. Status of the 'Mangrove tunicate' *Ecteinascidia turbinata* (Ascidiacea: Perophoridae) in the Mediterranean Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 97 (2): 369-376.
- MARTIN, D., GIL, J., CARRERAS-CARBONELL, J. & BHAUD, M. 2008. Description of a new species of *Mesochaetopterus* (Annelida, Polychaeta, Chaetopteridae), with redescription of *Mesochaetopterus xerecus* and an approach to the phylogeny of the family. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 152, 201-225.
- MINCHIN, D., J. NUNN & B. PICTON. 2016. The most northern records of the exotic ascidian *Perophora japonica* Oka, 1927 (Ascidiacea: Perophoridae) in the north-east Atlantic. *BioInvasions Records*, 5 (3), 139-142.
- MONNIOT, F. 2016. A new species of *Polyandrocarpa* (Ascidiacea, Styelidae) in the Mediterranean Sea. *Zootaxa*, 4132 (1), 87-96.
- MOORE, J. M., NISHI, E., & ROUSE, G. W. 2017. Phylogenetic analyses of Chaetopteridae (Annelida). *Zoologica Scripta*, 46 (5): 1-5.
- MORANDINI, A., D. ASCHER, S. STAMPAR & J. FERREIRA. 2005. Cubozoa e Scyphozoa (Cnidaria: Medusozoa) de águas costeiras do Brasil. *Iheringia, Série Zoologia*, 95(3), 281-294.



- MORO, L., V. BOELKHE, J. ESCATLLAR & J. J. BACALLADO. 2013. Nota sobre la presencia de *Ocyropsis crystallina* (Rang, 1828) (Ctenophora: Lobata) en las islas Canarias. *Revista de la Academia Canaria de Ciencias*, 25, 129-133.
- MORO, L., R. HERRERA, J. ORTEA, R. RIERA, J.J. BACALLADO & J. MARTÍN. 2014. Aportaciones al conocimiento y distribución de los decápodos y estomatópodos (Crustacea: Malacostraca) de las islas Canarias. *Revista de la Academia Canaria de Ciencias*, 26: 33-82.
- NOGUEIRA, J., M. ROSSI & E. LÓPEZ. 2006. Intertidal species of *Branchiomma* Kölliker and *Pseudobranchiomma* Jones (Polychaeta: Sabellidae: Sabellinae) occurring on rocky shores along the state of São Paulo, southeastern Brazil. *Zoological Studies*, 45(4), 586-610.
- RAMOS-ESPLÁ, A. A., & O. OCAÑA. 2017. A striking morphotype of *Aplidium proliferum* (Milne Edwards, 1841) (Ascidiacea: Polyclinidae) from the Strait of Gibraltar. *Mediterranean Marine Science*, 18 (1): 156-160.
- RIERA, R., J. JUNOY, R. HERRERA & L. MORO. 2012. Un nuevo isópodo marino para Canarias: *Idotea metallica* Bosc, 1802 (Isopoda: Valvifera: Idoteidae). *Vieraea*, (40): 149-150.
- RIERA, R., L. MORO & M. CARRILLO. 2010a. Primera cita para Canarias de *Capsala martinieri* Bosc, 1811 (Monogenea: Capsalidae: Capsalinae), ectoparásito del pejeluna de cola (*Masturus lanceolatus*). *Revista de la Academia Canaria de Ciencias*, 22 (3): 85-90.
- RIERA, R., L. MORO, M. HOOGE & J.J. BACALLADO. 2010b. *Hofstenia miamia* Corrêa, 1960, nuevo registro de platelminto marino (Platyhelminthes: Acoela) para el Atlántico oriental. *Revista de la Academia Canaria de Ciencias*, 22 (3): 127-130.
- SEGURA, L. & J. N. ÁLVAREZ. 1993. Observaciones experimentales acerca de la alimentación de *Linuche unguiculata* (Cnidaria: Scyphozoa). *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*, 20(1): 125-127.
- SEGURA-PUERTAS, L., M. E. RAMOS, C. ARAMBURO, E. P. H. DE LA COTERA & J. W. BURNETT. 2001. One *Linuche* mystery solved: all 3 stages of the coronate scyphomedusa *Linuche unguiculata* cause seabather's eruption. *Journal of the American Academy of Dermatology*, 44 (4), 624-628.
- TEN HOVE, H. A., & E. K. KUPRIYANOVA. 2009. Taxonomy of Serpulidae (Annelida, Polychaeta): the state of affairs. *Zootaxa*, 2036 (1), 1-126.

**Fecha de recepción:** 30 de octubre de 2017 / **Fecha de aceptación:** 11 de noviembre de 2017

**On the presence of *Barentsia discreta* (Busk, 1886)  
(Entoprocta: Barentsiidae) in fouling community from  
a commercial harbour**

**Moro, L.<sup>1</sup>, R. Riera<sup>2</sup>, J. Ortea<sup>3</sup> & R. Herrera<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Servicio de Biodiversidad, Viceconsejería de Medio Ambiente del Gobierno de Canarias.  
Edf. Usos Múltiples I, Av. Anaga nº 35, 38071, S/C de Tenerife, Canary Islands, Spain

<sup>2</sup> Centro de Investigaciones Medioambientales del Atlántico (CIMA SL)  
Av. Los Majuelos 115, Santa Cruz de Tenerife, Tenerife, Canary Islands, Spain

<sup>3</sup> Departamento BOS, Universidad de Oviedo, Asturias, España  
Corresponding author: rodrigo@cimacanarias.com

**ABSTRACT**

The ectoproct *Barentsia discreta* (Busk, 1886) is first recorded for the canarian archipelago. The studied material was extracted from the fouling community attached to the submerge structures of a pontoon in the marina of the Puerto de Santa Cruz de Tenerife. This species has a cosmopolitan distribution and it has been previously reported in the Macaronesian region, i.e. Cape Verde and Azores.

**Keywords:** Biodiversity, Entoprocta, *Barentsia*, harbours, Macaronesia, Canary Islands.

**RESUMEN**

Se registra por primera vez el ectoprocto *Barentsia discreta* (Busk, 1886) en el archipiélago canario. El material estudiado procedió de la comunidad de fouling presente las estructuras submarinas de un pantalán del muelle deportivo del Puerto de Santa Cruz de Tenerife. Se trata de una especie cosmopolita, que con anterioridad ha sido citada para la región macaronésica, en concreto en Cabo Verde y Azores.

**Palabras clave:** Biodiversidad, Entoprocta, *Barentsia*, puertos comerciales, Macaronesia, islas Canarias.

**1. INTRODUCTION**

The number of new records and species recorded in the marine realm worldwide has been steadily increased in the last decades (APPELTANS *et al.* 2012). Most of the increase of biodiversity consists of small-sized individuals, since most of larger conspicuous taxa,

i.e. Pisces, Echinodermata, among others, were described in the last century (COSTELLO *et al.*, 1996), even some of them were discovered in the late 18<sup>th</sup> century by Linneaus and his contemporaries. Moreover, the geographic distribution of a high number of marine species has been expanded due to several reasons such as, the awareness of people on nature, the number of scientists, technology (net connections, computers, HD photos and videos, etc.), among others. In spite of the eminent lack of taxonomists worldwide, especially on inconspicuous taxonomic groups (DISNEY, 1988; GODFREY, 2002), but the discovery of new records and species is concomitant to larger ecological studies focused on biodiversity (MORA *et al.*, 2011).

In the Canary Islands, several research projects have been conducted to identify the potential biodiversity in the marine realm, e.g. PROMAR and MIMAR, however, exotic species have been overlooked despite of they have been identified as a real threat to native biodiversity (e.g. PAJUELO *et al.*, 2016). MIMAR project is funded through the program INTERREG V-A MAC 2014-2020 and coordinated by the Consejería de Política Territorial, Sostenibilidad y Seguridad of the Canarian Government. This project is focused on the control and assessment of proliferations of marine organisms associated to human-induced perturbations and climate change in the Macaronesian region. PROMAR is a net of citizen science coordinated by the Canarian government, which compiles and geolocates all sightings of marine species carried out by over 700 collaborators throughout the canarian archipelago. Currently, PROMAR has a “*Catalogue of Species*” collaborative and free-access, where over 1,250 canarian species are identified, with over 4,000 pictures.

Ectoprocts have been scarcely studied in the Canary Islands, with only a previous single species that has been so far recorded, *Loxosomella parguerensis* Rützler, 1968. This species was found as an endobiont of desmosponges in shallow subtidal seabeds from Tenerife (PASCUAL, 2009).

In the present contribution, the species *Barentsia discreta* (Busk, 1886) is recorded for the first time from the Canary Islands. Descriptive data on the species and information on the sampling location are also provided.

## 2. SYSTEMATICS

Filum ENTOPROCTA Nitsche, 1869

Family BARENTSIIDAE Emschermann, 1972

Genus *Barentsia* Hincks, 1880

### *Barentsia discreta* (Busk, 1886)

*Ascopoda Iria discreta*: Report on the Scientific Results of the Voyage of HMS” Challenger,” *Zoology*, 1: 44, Pl. X. figs. 6-12.

*Barentsia discreta* Wasson, 1997: 33, figs. 1E, 10 & 11.

**Studied material:** Marina Tenerife (WGS84: UTM 28N 381602x/3152523y), Fishing Dock, Santa Cruz de Tenerife Harbour, Canary Islands, 25<sup>th</sup> July 2017; 1 colony with 16 polypides on pontoon floats at 30 cm depth.

**Description:** Stolon dark and brownish; stalk only comprises one elongate node and one narrow rod, with almost not discernible pores. Stalks are *ca.* 1.85 mm long, with a wide and muscular base.

Stalk and calyx junction consists of an incomplete septum, not easily discernible. Calyx harbours *ca.* 20 tentacles, tentacular membrane is a narrow band. Calyx are 500 x 400  $\mu\text{m}$  outer diameter and compressed laterally. Tentacles are as long as the calyx height, and tentacular membrane consists of a narrow band.

**Observations:** Canarian specimens are shorter than individuals from Pacific and Indian Oceans, characterized by tall zooids, with large calyces.

**Habitat:** The studied colony occurred on an artificial substrate from a pontoon of the marina located inside the Santa Cruz de Tenerife harbour. The substrate was a plastic floating pontoon, with a dense fouling community mainly dominated by sponges, bryozoans and other accidental sessile taxonomic groups (e.g. ascidians, algae, etc.). The colony was collected at 0.5 m depth, and this species has a depth range from the intertidal to 500 m, also has been recorded in coastal localities from different gradients of exposition, from exposed to sheltered sites. However, the broad ecological range of this species needs to be studied in detail since its geographic distribution has been expanded regardless the substrate and anthropogenic pressure.

**Distribution:** Cosmopolitan, with records in South Pacific, Western Pacific, Arctic, Atlantic, Mediterranean, Antarctic and Indian Oceans (WASSON, 1997). In the Macaronesian region it was firstly reported in Cape Verde (WATERS, 1918) and Azores (BORGES *et al.*, 2010). This species is first recorded in the Canary Islands.

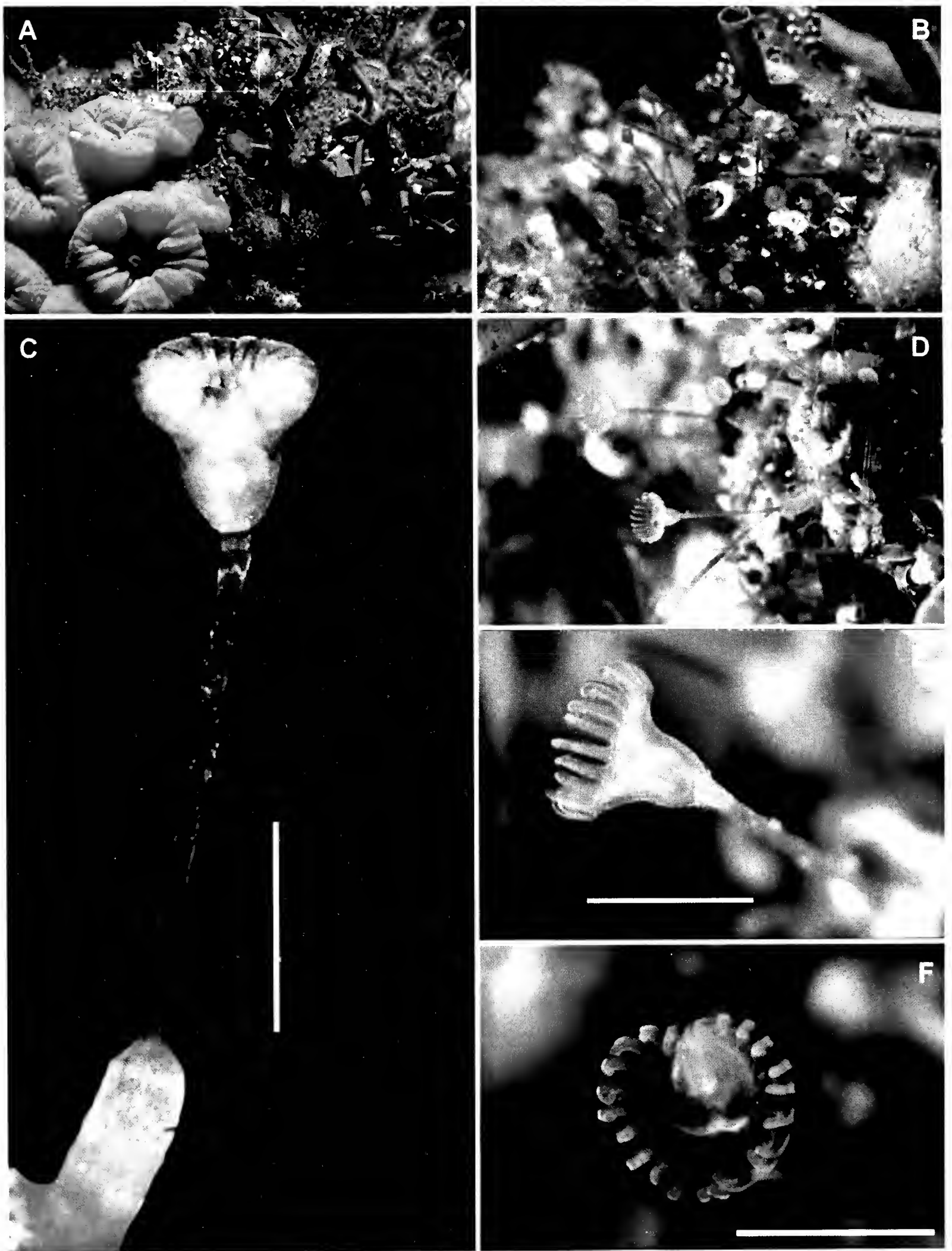
### 3. ACKNOWLEDGEMENTS

To Dr. Juan José Bacallado (Museo de Ciencias Naturales de Tenerife) for his continuous encouragement and efforts in one way or another to increase the knowledge of the canarian marine biodiversity.

### 4. BIBLIOGRAPHY

- APPELTANS, W. *et al.* 2012. The magnitude of global marine species diversity. *Current Biology*, 22(23): 2189-2202.
- BORGES, P.A.V., A. Costa, R. Cunha, R. Gabriel, V. Gonçalves, A. F. Martins, I. Melo, M. Parente, P. Raposeiro, P. Rodrigues, R. S. Santos, L. Silva, P. Vieira & V. Vieira (Eds.). 2010. *A list of the terrestrial and marine biota from the Azores*. Princípiã, Cascais, 432 pp. ISBN 978-989-8131-75-1.
- BUSK, G. 1884. Report on the Polyzoa collected by HMS Challenger during the years 1873-76. Part 1. The Cheilostomata. *Report on the Scientific Results of the Voyage of HMS "Challenger," Zoology*, 10, 1-216.

- COSTELLO, M.J., C.S., Emblow & B.E. Picton. 1996. Long-term trends in the discovery of marine species new to science which occur in Britain and Ireland. *Journal of Marine Biological Association of United of Kingdom*, 76: 255-257.
- DISNEY, H. 1998. Rescue plan needed for taxonomy. *Nature*, 394. 120.
- GODFREY, H.C.J. 2002. Challenges for taxonomy. *Nature*, 417: 17-19.
- MORA, C., D.P. Tittensor, S. Adl, A.G.B. Simpson & B. Worm. 2011. How many species are there on Earth and in the Ocean? *PLoS Biology* 9(8): e1001127.
- PAJUELO, J.G., J.A. González, R. Triay-Portella, J.A. Martín, R. Ruiz-Díaz, J.M. Lorenzo & A. Luque. 2016. Introduction of non-native marine fish species to the Canary Islands waters through oil platforms as vectors. *Journal of Marine Systems*, 163: 23-30.
- PASCUAL, M. 2009. Presencia del endoprocto asociado a esponjas *Loxosomella parguerensis* (Loxosomatidae) en la Macaronesia Central. *Zoologica baetica*, 20, 49-57.
- WASSON, K. 1997. Systematic revision of colonial kamptozoans (entoprocts) of the Pacific coast of North America. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 121: 1-63.
- WATERS, A. W. 1918. Some Collections of the Littoral Marine Fauna of the Cape Verde Islands, made by Cyril Crossland, MA, B. Sc, FZS, in the Summer of 1904. – Bryozoa. *Zoological Journal of the Linnean Society*, 34(225), 1-45.



**Figure 1.-** A-B. Fouling community where *Barentsia discreta* was recorded. B.F Colony and individuals of *Barentsia discreta*. Scale: 500  $\mu\text{m}$ .

**Fecha de recepción:** 6 de noviembre de 2017 / **Fecha de aceptación:** 14 de noviembre de 2017



# **VIDA ACADÉMICA**



## **La biodiversidad marina de Canarias y su conservación: una visión personal \***

**Alberto Brito Hernández**

Catedrático de Zoología. Universidad de La Laguna

Ilmo. Sr. Presidente de la Real Academia Canaria de Ciencias, Sres. Académicos, Excmas. e Ilmas. autoridades, queridos familiares, compañeros y amigos, señoras y señores:

Permítanme comenzar expresado mi agradecimiento a todas las personas que de forma directa o indirectamente son los responsables de que esta noche me encuentre ante ustedes cumpliendo el requisito preceptivo de lectura del discurso para el ingreso como Académico de Número en la Real Academia Canaria de Ciencias, lo cual constituye para mí un gran honor que agradezco sinceramente.

En este apartado de agradecimientos, quisiera mostrar un reconocimiento especial al Dr. Juan José Bacallado, profesor y amigo que hizo germinar en sus clases la semilla de mi vocación por la zoología marina, sembrada en mi etapa juvenil en el mar de mi pueblo natal, Valle Gran Rey en el suroeste de La Gomera; el continuo apoyo de Checho Bacallado ha sido fundamental en mi trabajo de investigación.

Son numerosos los profesores e investigadores nacionales y extranjeros con los que he tenido la oportunidad de aprender a estudiar y conocer la naturaleza marina. Sería prolijo expresarles mi agradecimiento nombrándolos a todos, pero no puedo dejar de mencionar al Dr. Fernando Lozano Cabo, ictiólogo de prestigio con quien me inicié en el estudio de los peces de Canarias. Igualmente, quisiera mostrar mi agradecimiento a los muchos colegas y amigos que me han acompañado durante muchos años en la realización de diversas campañas de investigación, trabajos de mar y laboratorio, y con los cuales sigo manteniendo una entrañable amistad. Como digo, son muchos, pero también en este contexto sobresale la figura del Dr. Jacinto Barquín Díez, notable especialista en cartografía submarina; siempre nos hemos apoyado para intentar desarrollar lo mejor posible los trabajos sobre las reservas marinas canarias.

Por último, pero con seguridad no lo menos importante, ha sido el apoyo de mi familia, mis padres, que con gran sacrificio pagaron mis estudios de bachilleratos en Santa Cruz y los universitarios en La Laguna, pero sobre todo he tenido el gran apoyo de Mercedes, mi mujer, a la que tengo que pedir perdón, así como a mis tres hijos, por todo el tiempo que les robé durante años para cumplir con esa vocación de naturalista.

---

\* Texto del discurso de ingreso como Académico de Número de la Real Academia Canaria de Ciencias, pronunciado el 23 de febrero de 2017.

Dicho esto, sin más preámbulo procederé a continuación a centrarme en la parte nuclear de mi discurso de ingreso, que lleva por título “*La biodiversidad marina de Canarias y su conservación: una visión personal*”

La conservación de la biodiversidad marina es un tema candente hoy en día y así lo refleja la gran cantidad de información técnica que se publica al respecto y también en los medios de comunicación ordinarios; un ejemplo reciente de esto último es la notable relevancia que ha alcanzado la noticia de la declaración de la mayor reserva marina a nivel mundial en aguas estadounidenses del Pacífico con formaciones coralinas. Sin duda, son muchas las razones para la conservación de la biodiversidad marina: económicas, científicas, ambientales, sociales, culturales, éticas e incluso psicológicas.

Actualmente la naturaleza marina se encuentra amenazada en muchas zonas y especialmente en los sistemas insulares, dada su mayor sensibilidad por sus especiales condiciones ambientales y limitaciones. Las actividades antrópicas afectan de diversas maneras a la biodiversidad, siendo los principales factores la sobreexplotación de los recursos, las transformaciones físicas del medio, la contaminación, la introducción de especies exóticas y el cambio climático, y dan lugar a la degradación y pérdida de hábitats y al enrarecimiento y la desaparición de especies. A escalas regionales, es la sobrepesca la principal fuerza transformadora, con diferencia, y su poder se ve incrementado por la sinergia que se produce con los otros factores, de los cuales el que puede afectar a mayor escala es el cambio climático, principalmente como consecuencia del aumento de la temperatura, que origina una tropicalización de la biota y la disminución de la productividad planctónica, y la acidificación del agua, cuyos efectos sobre los organismos con esqueletos de carbonato de calcio pueden ser importantes.

Durante mucho tiempo se pensó que el mar era una despensa inagotable de recursos renovables —recuerdo muy bien cuando a principios de la década de los ochenta los pescadores de Fuerteventura me decían que la mar no se conquistaba—, pero ya desde hace algunas décadas se ha puesto claramente de manifiesto que no es así y que la sobreexplotación tiene consecuencias directas sobre los recursos y los hábitats, afectando también indirectamente, y con frecuencia de forma drástica, a la estructura de los ecosistemas, al alterar los equilibrios poblacionales, propiciando la degradación de las comunidades. Un ejemplo muy conocido de este proceso es el originado por la superpoblación del erizo *Diadema africanum* en el litoral rocoso canario; como consecuencia de la sobrepesca de sus depredadores, el ramoneo de este poderoso herbívoro llega a eliminar las algas erectas de superficies extensas y da lugar a unos fondos empobrecidos denominados blanquizales. Procesos similares, debidos a la alteración de la cascada trófica por la sobrepesca, se producen actualmente en muchas zonas de los mares y a distintas profundidades, originando el empobrecimiento y la destrucción de biotopos importantes por la degradación de la fracción productiva y/o de las estructuras físicas de origen biológico que los configuran.

Este estado de las cosas ha llevado a que la conservación de la biodiversidad marina tenga actualmente una demanda creciente en todos los mares y países ribereños. No obstante, llevar a cabo un buen planteamiento de conservación es complejo, pues es necesario tener en cuenta muchas cuestiones ambientales, biológicas, ecológicas y sociales.

La conservación de la biodiversidad marina se basa en leyes y se apoya en varios pilares fundamentales: las áreas marinas protegidas (AMP), los catálogos de especies ame-

nazadas, la legislación de ordenación pesquera o de uso de los recursos y la legislación de impacto ambiental. Todas estas medidas son importantes, pero la primera se considera actualmente fundamental y así cada vez se crean más espacios marinos protegidos en todo el mundo, si bien muchos de estos espacios carecen de vigilancia efectiva (las llamadas reservas de papel) y de zonas de protección integral, o bien éstas tienen un tamaño poco apropiado o una ubicación inadecuada. Estos dos requisitos se consideran actualmente esenciales para asegurar la conservación integral de hábitats, comunidades y especies, y para cumplir con las funciones productivas esperables de un espacio protegido, como la recuperación de los recursos en su entorno y la puesta en valor de una naturaleza en buen estado de conservación mediante actividades económicas blandas y sostenibles. Sin embargo, se habla de que sólo un 1% de la superficie de los mares está incluida en espacios de este tipo y el total de áreas protegidas no supera el 5%.

Los principales objetivos de las áreas marinas protegidas se resumen en los siguientes puntos:

- Conservar especies, comunidades marinas y zonas de alto valor biológico, ecológico y productivo.
- Propiciar una recuperación de los recursos pesqueros en el entorno de forma que permitan el desarrollo una actividad pesquera sostenible.
- Generar nuevas economías en la zona poniendo en valor el buen estado de conservación de la biodiversidad y la calidad de los recursos.
- Conservar el patrimonio cultural local relacionado con el medio marino y generar nuevas actividades educativas y de investigación.

Pero no es fácil decidir dónde llevar a cabo las acciones de conservación. Como ya señalamos, es necesario tener en cuenta un amplio conjunto de factores a nivel biológico, ecológico y social. Por ejemplo, en lo biológico y a escala de especies podemos señalar algunos como: presencia de endemismos, de especies protegidas, vulnerables y singulares, de especies bioconstructoras y estructurantes, etc.

Aunque en distintos países y regiones se han aplicado diferentes estrategias a la hora de seleccionar las zonas para la declaración de áreas marinas protegidas, podemos mencionar, a modo de ejemplo, que algunos de los principales criterios de selección generales que se suelen utilizar son los siguientes:

- Alta diversidad de hábitats y especies
- Presencia de especies vulnerables
- Representatividad biogeográfica
- Estado de conservación
- Valor potencial (en función de las características ambientales)
- Atractivo intrínseco de la zona, es decir, su valor paisajístico
- Disposición favorable respecto a las corrientes para favorecer la dispersión larvaria
- Cercanía a zonas de pesca
- Lejos de grandes núcleos urbanos
- Posibilidades de llevar a cabo acciones de vigilancia

Sobre la planificación e implementación en Canarias de estos espacios protegidos versará en adelante nuestra disertación.

La declaración de espacios marinos protegidos en Canarias empezó tarde y todavía hoy en día, a pesar de la gran presión que se ejerce sobre los recursos y los hábitats costeros, los planes de conservación y los propios espacios protegidos son muy escasos y en su mayoría poco efectivos. Sin duda, en ello han confluído una serie de circunstancias desfavorables, una de las cuales es el desconocimiento de los valores de nuestra naturaleza marina hasta tiempos recientes, justificado en la inaccesibilidad inherente al medio marino y en nuestra propia idiosincrasia como pueblo —se suele decir que el canario, a pesar de ser isleño, vive de espaldas al mar—, pero también están influyendo la crisis económica y la oposición frontal de sectores de la población que quieren seguir teniendo libre disposición de los recursos, dando lugar a un caso paradigmático de lo que en economía se denomina “la tragedia de los comunes”, es decir, el mal uso de los recursos comunes o públicos por unos pocos llevándolos a su eliminación o alteración. Por otra parte, la presencia en las Islas de una extraordinaria biodiversidad terrestre, que mereció toda la dedicación posible en cuanto a su estudio y conservación, también contribuyó al retraso.

Aunque con alguna excepción sobresaliente, particularmente en lo que se refiere a algas, gusanos poliquetos, moluscos, crustáceos bentónicos y planctónicos y peces, el conocimiento de la biodiversidad marina canaria fue siempre muy limitado hasta la década de los ochenta del pasado siglo. Si bien ya desde los años sesenta, con la implantación de la Licenciatura de Biología en la Universidad de La Laguna y del Instituto Español de Oceanografía, se inician estudios por investigadores locales, no es hasta mediados de los ochenta cuando el conocimiento comienza a alcanzar unos niveles altos, al menos para los organismos litorales. En lo que se refiere a la fauna, el gran impulso se produjo a comienzos de esa década con el desarrollo del proyecto llamado Plan de Bentos o Bentos I, dirigido por el Dr. Juan José Bacallado, Checho para los amigos, y en el curso del cual un grupo de jóvenes investigadores recorrimos las islas intentando llevar a cabo por primera vez un estudio detallado y global de su biodiversidad faunística. Jacinto Barquín, Tomás Cruz y otros compañeros como Ángel Pérez Ruzafa, Jesús Ortea, Jorge Núñez, Enrique Moreno, Javier Aristegui y Paco García-Talavera participaron en los trabajos de investigación, contando con la colaboración de expertos naturalistas como Gustavo Pérez-Dionis y Miguel Pizarro. Prospectamos, a pie y buceando, las costas y fondos someros de las Islas para desentrañar sus secretos biológicos, siempre bajo la batuta y el buen hacer de Checho. Fue una época cargada de ilusión, que dio como resultado un elaborado catálogo de especies de los diferentes grupos taxonómicos, bien ilustrado y con claves de identificación, fuente de diversas publicaciones científicas posteriores, que en mi caso se centraron en los antozoos y los peces.

El empuje de este impulso inicial no se ha parado y continúa con más fuerza hoy en día, ya con más investigadores y más centros implicados. Así, se han catalogado numerosas especies no registradas con anterioridad e incluso se descubrieron varias nuevas para la ciencia, que en mi caso son 5 peces, uno de ellos dedicado a Checho, el llamativo Murión atigrado *Gymnothorax bacalladoi*, una morena de hábitos nocturnos que los pescadores y algunos expertos confundían con el Murión (*Gymnothorax unicolor*), y también 3 corales, entre los que destaca el sorprendente descubrimiento de una especie de zoantídeo parásito facultativo, *Antipathozoanthus macaronesicus*, que puede generar su propio es-

queleto en ambientes donde están ausentes los corales negros, o bien desarrollarse sobre dichos corales, en concreto de la especie *Tanacetipathes wollastoni*, y apoderarse progresivamente del esqueleto de este antipatario.

Los conocimientos adquiridos sirvieron de base para la publicación de numerosos artículos científicos y varios libros que han contribuido a un mejor conocimiento de nuestra naturaleza marina y a la divulgación de sus valores, poniendo de manifiesto sus características.

Nos encontramos ante un alto nivel de biodiversidad, con una original mezcla de especies de muy diversos patrones biogeográficos, integradas en comunidades también particulares y diversas, aunque con bajas tasas de endemidad. Estas características responden a la propia situación geográfica del archipiélago, en una latitud subtropical, cerca del continente africano con su afloramiento de aguas frías, y en medio de un circuito de corrientes y vientos que generan complejos procesos oceanográficos mesoescalares, dando lugar a gradientes ambientales este-oeste y norte-sur muy marcados a nivel archipelágico e insular, lo cual contribuye a que exista una elevada heterogeneidad de hábitats para especies de muy diversas afinidades ambientales. Tal es la diversidad de especies que, aún sin tener un buen conocimiento de la fauna de los fondos profundos y de algunos grupos de organismos pequeños de la litoral, el número de las conocidas supera ya las 7000 y sigue creciendo a un ritmo alto; como ejemplo, en el recién elaborado catálogo español de especies marinas el número de especies de peces supera las ochocientas, muchas más que en cualquier otra zona equivalente del litoral de la península ibérica y de las costas saharianas próximas.

En nuestro caso, el trabajo del equipo de investigación, sin dejar nunca de seguir estudiando los niveles más bajos de la escala biológica, experimentó con el tiempo un importante salto cualitativo. Además de los estudios biogeográficos de tipo filogeográficos y filogenéticos, que pusieron de manifiesto el patrón biogeográfico de la fauna marina canaria y la existencia de un transporte genético contracorriente hacia norte en la Macaronesia, relacionado con los remolinos hidrográficos, el equipo abordó ya desde finales de la década de los ochenta trabajos ecológicos a escalas de las poblaciones, las comunidades y el ecosistema, para lo cual fue muy importante la participación de investigadores extranjeros de gran experiencia, como el Dr. Stephen Bortone de la Universidad de Pensacola en Florida, y la incorporación de investigadores jóvenes, varios de ellos después de realizar sus estancias pre y posdoctorales en laboratorios extranjeros de prestigio, como los doctores Jesús Falcón, Gustavo González, Óscar Ocaña, Pedro Pascual, Natacha Aguilar, José Carlos Hernández, Sabrina Clemente, Laura Martín, Kilian Toledo, Patricia Arranz y Adriana Rodríguez, contando también con la inestimable colaboración de otros investigadores locales, nacionales y extranjeros.

Son especialmente destacables los estudios sobre las comunidades de peces litorales, en los que se pusieron de manifiesto los patrones de organización estructural y funcional de las mismas, así como las diferencias a escala regional e insular. También son importantes los dirigidos al conocimiento de los procesos relacionados con la superpoblación del erizo *Diadema africanum* y sus efectos devastadores en las comunidades de los fondos rocosos someros iluminados, que como ya se señalamos se ha demostrado que guarda relación directa con la sobreexplotación de sus depredadores, lo que a su vez parece relacionarse con el número de habitantes y pescadores de cada isla, aunque igualmente

tiene influencia un componente estructural de tipo biogeográfico como es la ausencia o limitada presencia en las islas centrales y orientales, de aguas más frías, de depredadores especializados de origen tropical. En épocas más recientes son destacables los trabajos que abordan el estudio de las poblaciones residentes de cetáceos de inmersión profunda, en concreto zifios, calderón tropical y cachalote, con sorprendentes resultados sobre su ecología trófica y ecofisiología, particularmente en lo que se refiere a la capacidad el buceo del calderón tropical. Estas especies tienen un interés especial por su elevada vulnerabilidad a las actividades antrópicas, y en particular la navegación y el ruido asociado.

Intentaré a continuación complementar, de forma sintética y a la luz de los conocimientos actuales, la información sobre los valores y problemas que presenta la biodiversidad marina canaria. A nivel de las especies, como ya señalamos anteriormente, nos encontramos ante una biodiversidad muy elevada en comparación con territorios del entorno, con presencia de muy pocos endemismos canarios y un número también bajo, aunque claramente mayor, de endemismos compartidos con las islas del entorno macaronésico, indicativo, como era de esperar, de que la escala espacial de la endemidad es distinta a la del medio terrestre. Además, esta biodiversidad presenta particularidades extraordinarias a nivel específico, como la presencia de poblaciones residentes de varios cetáceos y de otras bien conservadas de especies amenazadas a nivel mundial de cetáceos y elasmobranchios, como son por ejemplo los casos del delfín mular y el angelote. Por otra parte, Canarias es una importante zona de paso migratorio de diversas especies de la megafauna pelágica, caso de varias tortugas, tiburones martillo y rorcuales entre otras especies amenazadas. Así, se cumplen claramente dos de los tres requisitos básicos a tener en cuenta para considerar a nuestro archipiélago como un hotspot o punto caliente de biodiversidad marina; el tercero, la endemidad, no se cumple a escala de nuestro archipiélago y sólo alcanza un nivel de cierta relevancia a escala de la ecorregión biogeográfica macaronésica.

Ya en un nivel de organización superior, señalar que la heterogeneidad ambiental mencionada anteriormente da lugar a que los hábitats y las comunidades estén muy diversificadas y fragmentadas, formando una compleja estructura en mosaico, donde fondos rocosos, seabadales, arenales y otros biotopos se superponen en espacios cortos, existiendo entre ellos un intenso flujo de nutrientes, materia orgánica, diásporas (larvas, esporas y otros propágulos), así como de biomasa de organismos vágiles juveniles y adultos.

Pero, por otra parte, los estudios también constatan que esta rica biodiversidad está amenazada, lo que plantea la necesidad de adoptar medidas de conservación importantes, máxime cuando nos encontramos actualmente en un escenario de cambio climático, que implica un incremento de la temperatura y la acidificación del agua de efectos aún por determinar, y en un archipiélago con islas muy pobladas, donde las actividades antrópicas en el medio marino están creciendo aceleradamente, en particular las actividades extractivas de recursos vivos, y propiciando también la introducción de especies alóctonas o exóticas, algunas de las cuales son potencialmente invasoras, mediante vectores como los cultivos marinos y el tráfico marítimo.

Retomando el hilo histórico en relación a la conservación marina, comenzaré señalando que a mediados de los años ochenta, una vez conocida esta riqueza biológica tan particular, aunque fuese todavía de una manera inicial y parcial, nos propusimos abordar la segunda etapa, también pionera en relación con la naturaleza marina de Canarias, con el primer planteamiento de conservación de la biodiversidad que habíamos detectado. Y de



nuevo ahí estaba Checho con un proyecto original para seleccionar en cada Isla espacios representativos y bien conservados a fin de proponer la declaración de reservas marinas: el proyecto Bentos II. El equipo, ahora con nuevas incorporaciones como la de Manolo Carrillo, volvió a recorrer las Islas y después de un exhaustivo trabajo se elaboró una propuesta con una serie de espacios sectorizados para conservar la biodiversidad y recuperar y potenciar los recursos vivos, poniéndolos en valor para propiciar un aprovechamiento sostenible. Estos espacios incluían zonas de protección integral, en las que sólo se podían llevar a cabo actividades científicas justificadas, rodeadas de zonas tampón o de transición, donde se permitían actividades de muy bajo impacto, y seguidas de zonas de usos tradicionales sostenibles. La ciencia de la conservación ya había mostrado en otros mares que esta sectorización era adecuada y que la zona de máxima protección era necesaria para lograr los objetivos, a la vez que servía de patrón de referencia de la potencialidad natural libre de la acción antrópica.

Este proyecto terminó en 1987, pero los resultados se guardaron en las gavetas gubernamentales y no fue hasta 1995 cuando se promovió la creación de la primera reserva marina, la de La Graciosa y los islotes del norte de Lanzarote, una zona que ya anteriormente, en 1986, había sido declarada Parque Natural del Archipiélago Chinijo por el gobierno autónomo, incluyendo las aguas interiores, aunque sin una sectorización de usos ni un plan de gestión para la parte marina. Previamente a la puesta en funcionamiento de la primera reserva, en 1994, se publicó la Ley Canaria de Espacios Naturales, que contempló la protección en varias categorías de numerosos espacios de gran valor biológico, geológico y paisajístico, pero sólo se incluyeron dos espacios propiamente marinos: las aguas interiores del ya mencionado parque natural del Archipiélago Chinijo y el sitio de interés científico de Los Jameos del Agua en Lanzarote, con su peculiar fauna cavernícola, aparte de algún espacio costero menor de influencia marina. El hecho de que las aguas canarias en gran medida sean exteriores, es decir de administración nacional, y de que nuestro proyecto fue encargado por la administración pesquera parecen haber sido obstáculos para una mejor propuesta de protección de la biodiversidad marina dentro de esta importante ley autonómica, generada por la administración medioambiental.

Dos años después, en 1996, se declararía la reserva marina de Punta de La Restinga-Mar de Las Calmas en El Hierro y en 2001 la de La Palma; en ambos casos, al igual que en el de La Graciosa, después de un gran esfuerzo para explicar en todos los foros posibles las ventajas de la conservación y de arduas negociaciones con colectivos de usuarios por encargo de las autoridades pesqueras canarias. Las tres se sectorizaron de acuerdo con una restricción progresiva de usos desde la zona de protección integral hacia afuera, y dichas zonas de protección total se situaron en lugares de alta biodiversidad y con hábitats apropiados para conservar, recuperar y dispersar recursos hacia el entorno. Una vigilancia permanente, mantenida mediante acuerdos entre la administración central y la autonómica, aseguraba que se respetaran las normas de ordenación, facilitando que se pudieran cumplir las funciones y los servicios ambientales y productivos previstos.

Nuestro equipo de investigación fue el encargado, mediante diversas campañas de monitoreo de indicadores, de llevar a cabo los seguimientos de la evolución de estos espacios protegidos para valorar la eficacia ecológica y socioeconómica de los mismos. Los resultados se recogieron en diversos informes y publicaciones y fueron muy positivos en diversos aspectos de los perseguidos, aunque con diferencias entre la reserva de El Hierro,

la de respuesta más intensa, la de La Palma, en una situación intermedia, y la de la Graciosa, la más difícil de vigilar e inicialmente peor aceptada por el colectivo de usuarios. En las tres se produjo en pocos años un incremento de abundancia, talla y biomasa de las especies más vulnerables a la pesca en las reservas integrales y su entorno, favoreciendo una recuperación de la estructura del ecosistema al disminuir la densidad de erizos debido al incremento de las poblaciones de sus depredadores; se obtuvieron mayores y mejores capturas en las zonas uso pesquero permitido de las reservas y en un relativamente amplio espacio de la geografía insular, además de generarse una economía sostenible importante, basada en la puesta en valor de una biodiversidad bien conservada mediante actividades recreativas como el buceo.

Posteriormente, no ha sido posible declarar más espacios de los que propusimos inicialmente, aunque existen varias solicitudes presentadas a la administración para distintas Islas, consensuadas con los pescadores profesionales y otros colectivos, como es el caso de Tenerife que veremos más adelante. Este frenazo está relacionado, sin duda, con la crisis económica y, a nuestro entender, también con una falta de decisión política, pues la ciencia ya ha demostrado la eficacia de esta herramienta de ordenación y gestión y los resultados económicos y sociales en las zonas de implantación han sido muy beneficiosos. Al respecto de la ciencia, podemos señalar que un proyecto europeo, liderado por el Dr. Ángel Pérez Ruzafa, catedrático de la Universidad de Murcia, dirigido a estudiar la eficiencia de las reservas marinas mediterráneas y atlánticas europeas, y en el que participamos con los datos de las reservas marinas canarias, demostró, en un momento en que el cuerpo científico sobre la ciencia de la conservación marina era muy limitado, que la edad de la reserva y el tamaño de la zona de protección integral son los factores esenciales para lograr que se cumplan los objetivos, funciones y servicios previstos inicialmente.

Por otra parte, en 1992, y en aplicación de las acciones de la Directiva Hábitat de la UE, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y la flora silvestres, que crea la llamada red Natura 2000, se propone la protección de hábitats y de especies en peligro de extinción, además de promoverse el proceso de elaboración de catálogos nacionales y regionales de especies amenazadas. Por lo que respecta a los hábitats, en Canarias se declararon LICs (Lugares de Interés Comunitario) marinos en espacios donde habitaban las especies catalogadas por Europa, en concreto el Delfín Mular y la Tortuga boba y sólo se aplicaron dos figuras para los biotopos de fondo, el hábitat cuevas sumergidas y semisumergidas y el de aguas someras superficiales cubriendo bancos de arena, lo que permitió declarar como LIC algunos sebadales (praderas de la fanerógama *Cymodocea nodosa*), pero, sorprendentemente, no se creó ningún espacio para conservar las comunidades de los fondos rocosos, muy abundantes y ricas en biodiversidad en aguas someras y profundas en islas volcánicas como las nuestras, hábitats que la directiva englobaba bajo la denominación de "Arrecifes". Es necesario señalar aquí que en el desarrollo de este plan se declararon también diversas zonas especiales para la protección de las aves (ZEPA) en el ámbito marino.

No fue hasta muchos años más tarde, en 2011, y después de varios toques de atención, que el Estado español declaró los LICs como ZECs (Zonas Especiales de Conservación) y se elaboraron normativas para su gestión, aunque no existe en ninguna de ellas ni sectorización de usos ni reservas integrales, con lo cual no se ha logrado frenar el peso transformador de la sobrepesca ni proteger muchos valores de la biodiversidad. Lo más

asombroso es que estas deficiencias siguen sin corregirse hoy en día y hasta hace muy poco tiempo no se ha empezado a plantear y discutir sobre ajustes en el planeamiento, con la propuesta de conservación integral de grandes espacios en los que se engloban todas las comunidades y procesos ecológicos desde la superficie hasta las grandes profundidades, como es el caso del LIC del Banco de la Concepción, declarado en 2014, y el gran LIC de la costa oriental de Lanzarote y Fuerteventura, en 2015. No obstante, en su diseño no se plantean zonas de protección integral, ni existe una sectorización de usos, ni un plan de vigilancia, con lo cual realmente no se garantizan los propósitos de la conservación. Otro aspecto que falta por desarrollar a nivel internacional es la declaración en nuestro entorno y en el macaronésico de pasillos migratorios para las especies de alta movilidad, como cetáceos, tortugas, tiburones y túnidos, que tienen en estos archipiélagos pasos en sus rutas migratorias. Eso sí, todos los espacios marinos protegidos españoles, con independencia de su categoría inicial y organismo declarante, quedaron ya en 2013 catalogados como áreas marinas protegidas e incorporados a la llamada red de áreas marinas protegidas de España (RAMPE).

La propuesta de declaración del primer parque nacional exclusivamente marino en la isla de El Hierro, cubriendo un amplio sector de sus aguas, constituye un planteamiento reciente de gran importancia para la conservación y gestión de la biodiversidad y los recursos marinos canarios. La particular naturaleza marina herreña, la de mayor grado de tropicalidad dentro del área europea y norteafricana, es decir de toda la provincia biogeográfica Atlanto-mediterránea, fue la elegida para este propósito en base a sus características diferenciales y buen estado de conservación, en dura pugna con otras zonas del país. Además de ayudar a conservar la particular biodiversidad marina herreña, el parque Nacional incluye hasta ocho sistemas naturales marinos que han de protegerse de acuerdo con la Ley 30/2014, de 3 de diciembre, de Parques Nacionales. Algunos de ellos, como es el caso de *'Bancos de corales profundos'* y *'Áreas pelágicas de paso, reproducción o presencia habitual de cetáceos o grandes peces migradores'* se hallan actualmente ausentes en la Red estatal de Parques Nacionales, y otros como *'Veriles y escarpes de pendiente pronunciada'* y *'Bajos rocosos'* están insuficientemente representados. Esta carencia viene a justificar, en buena medida, la propuesta de declaración de un Parque Nacional marino en el Mar de Las Calmas y su entorno. Su creación puede ayudar a solventar de manera adecuada determinados problemas que actualmente comienzan a comprometer la preservación de un valioso ecosistema marino, asegurando la participación social y la dotación presupuestaria para la gestión del espacio protegido y el desarrollo sostenible. La propuesta se encuentra actualmente en la fase de desarrollo de un proceso de participación ciudadana y está encontrando mucha contestación en algunos colectivos de la isla, si bien otros de distintos ámbitos, como ocurre con los pescadores artesanales, están de acuerdo en que declaración del parque nacional puede reportar muchos beneficios medioambientales, sociales y económicos. A este respecto, pensamos que renunciar a tal privilegio parece una decisión de poca responsabilidad con las generaciones futuras.

En fin, en nuestra opinión, la protección de la biodiversidad marina es todavía hoy una asignatura pendiente en Canarias. Los estudios más recientes ponen de manifiesto que se necesitan más espacios protegidos que representen las características de la biodiversidad marina canaria en su conjunto, diseñados también en función de las nuevas fuerzas transformadoras emergentes y sus sinergias, a fin de incrementar la capacidad de

resiliencia, y enfocados igualmente a generar riqueza y bienestar a la población. Las características de la biota canaria exigen un plan de conservación a nivel insular, con espacios de diferentes dimensiones y medidas de conservación, en función de los valores existentes, y al menos un área de gran extensión en cada isla para cumplir funciones productivas. Para ello es necesario sectorizar bien los usos, crear más espacios de reserva integral e implementar una buena vigilancia. Un modelo de planteamiento adecuado para los grandes espacios es el diseñado para Tenerife, con dos zonas extensas bien sectorizadas, una en Teno y otra en Anaga.

Para finalizar quisiera dejar constancia de que creo que el objetivo se puede conseguir y hay conocimientos para ello, pero son necesarios el compromiso social, un buen gobierno y la colaboración entre científicos, gestores y organizaciones medioambientales. La vigilancia se hace esencial mientras la implicación de la sociedad no alcance los niveles deseables, y esperamos que las nuevas tecnologías, como es el caso de los drones, y las modernas iniciativas, como la custodia del territorio, permitan facilitarla y favorecer la integración de la conservación con las actividades humanas sostenibles en un futuro próximo.

Termino expresando nuevamente mi agradecimiento y deseando los mayores éxitos a la Academia.

Muchas gracias

## **Contestación al discurso de ingreso como Académico de Número de la Real Academia Canaria de Ciencias del Dr. D. Alberto Brito Hernández**

**Juan José Bacallado Aránega**

Académico de Número de la Real Academia Canaria de Ciencias

Excmo. Sr. Presidente de la Academia Canaria de Ciencias, Ilmos. Sres. Académicos, queridos compañeros y amigos, señoras y señores:

Cúmpleme el honor de contestar y dar la bienvenida, al seno de la Real Academia Canaria de Ciencias, al nuevo Académico de Número Dr. D. Alberto Brito Hernández, según acuerdo tomado en su día por la Junta de Gobierno de la citada Institución.

Me siento más que honrado de poder replicar y confirmar desde esta tribuna a uno de los científicos canarios más originales y de mayor proyección internacional en el amplio campo de la Biología Marina, cuyas principales líneas de investigación cubren un vasto panel de especialidades, centradas principalmente en el estudio de la fauna marina de Canarias y la Macaronesia, en la organización de los ecosistemas marinos insulares y las estrategias de conservación de la biodiversidad y los recursos litorales: reservas marinas, arrecifes artificiales, control de la plaga de erizos (*Diadema africanum*), impactos ambientales de todo tipo, repercusiones del cambio climático en el área circuncanaria, tropicalización de la fauna ictiológica en el archipiélago y el retroceso de las praderas de la fanerógama marina *Cymodocea nodosa* en Canarias, entre otras.

Como presumo de conocer bien a quienes fueron mis alumnos en la Universidad de La Laguna en una época irrepensible por sana e ilusionante, ruego permitan a este modesto biólogo en decadencia vital, que no mental, que rememore los inicios del Dr. Brito en la citada universidad y en los sótanos del edificio noble de la misma, donde fuimos a parar de la mano caballerosa del Catedrático Dr. D. Fernando Lozano Cabo, ictiólogo y biólogo marino de reconocido prestigio que fue, sin duda, el mejor comandante de aquel frío y húmedo submarino que bautizamos “la nevera”. La tripulación del Dr. Lozano Cabo era de lo más variopinta, desde un generalista dedicado a los lepidópteros nocturnos, un colom-bófilo al que le gustaban los ctenóforos pequeños, un aventajado alumno interno que trabajaba colémbolos, un biólogo todoterreno que casi patentó un sofisticado aparato para contar hormigas, un ex-Presidente del Cabildo que analizaba micciones urinarias y heces fecales, un doctorando que investigaba anfípodos frente a una foto de Lenin, otro doctorando que solicitaba diariamente 14 cabezas de atunes pequeños y, resumiendo mucho, un norteamericano que estudiaba la influencia de las manchas solares en los biorritmos y el comportamiento humano del personal de una fábrica de Coca-Cola. Amén, por supuesto, de tesinandos y doctorandos muchos de los cuales llegaron muy alto en esa Casa del Saber

que fue y seguirá siendo nuestra muy querida Universidad de La Laguna. Entre ellos, los propios hijos del Dr. Lozano, de los que todos queremos tener y así lo manifiesto, un emocionado recuerdo para el profesor y científico Dr. Ignacio Lozano Soldevilla, quien nos dejó muy tempranamente cuando su buen hacer brillaba sobremanera. Algunos de ellos están aquí presentes, acompañando al Académico Numerario en su confirmación.

Alberto Brito Hernández nació en Valle Gran Rey, La Gomera, el Rey de los valles gomeros, ese litoral donde todos buscamos el sol y la calma, enseñoreado por el original y biodiverso Cañón de Guadá que, junto a otros barrancos y tajos cordilleranos, nos dejan atalantados ante la plenitud y belleza de un paisaje único, original y extraordinario, sembrado de palmeras y banales y respirando ruralidad y esfuerzo agrícola por toda su geografía, donde los ecos del silbo gomero resuenan desde Arure a La Calera, o desde Puerto Vuel-tas a La Alameda, barrio este último donde Alberto viera la luz primera en el seno de una humilde familia de agricultores; sus padres, Alberto y Sita suponen un claro ejemplo de cómo sacar adelante tres hijos, Alberto, Olga y Dorotea, en tiempos difíciles y contando asimismo con el casi secular aislamiento y lejanía que eran proverbiales en aquellas épocas, con institutos y universidades situadas en las islas capitalinas.

Pues bien, Alberto aterrizó como alumno interno en tan singular y emblemático Dpto. de Zoología y Ciencias Marinas en 1978, comenzando de inmediato sus primeros trabajos de investigación con la realización de su Tesina de Licenciatura sobre la comunidad de peces costeros de Tenerife, bajo la dirección del mentado y recordado Dr. Lozano, quien lo acogió como a un hijo. Fueron tiempos difíciles, pero a la vez preñados de ilusiones, amistad y buen hacer; conseguir acceso a la reducida y dispersa bibliografía era un triunfo que todos celebrábamos, fuera cual fuese la especialidad de cada cual. Igualmente, las metodologías de trabajo eran artesanales y D. Fernando Lozano contaba con orgullo el esfuerzo y tesón de la aplicada por Alberto para vaciar los charcos intermareales con un cacharro de cocina. La defensa de la Tesina, en la que muchas de las especies resultaron novedosas para la biota marina de Canarias, vino a defenderla en el edificio nuevo de Biología del campus de Anchieta, donde nos mudamos ese mismo año sin aún estar montada la infraestructura de laboratorios y aulas. La carrera meteórica de Alberto comenzó aquí, de la mano del Dr. Lozano, cuyo fallecimiento truncó ese tándem bien establecido y la continuidad de una Tesis Doctoral ya iniciada sobre ictiología del área circuncanaria: el maestro lo promovió y el Dr. Brito no ha abandonado nunca la especialidad, de la que a día de hoy es un experto de talla internacional.

Dadas las circunstancias Alberto buscó refugio en quien les habla, pues lideraba, como segundo de a bordo, el conjunto de estudios de los invertebrados marinos bentónicos de Canarias, iniciando su Tesis sobre otro grupo muy potente por su papel en la estructuración de las comunidades bentónicas, los cnidarios de la Clase Antozoos, del cual llevó a cabo una minuciosa investigación de tipo taxonómico, ecológico y biogeográfico en el litoral canario, que posteriormente ampliaría a toda la Macaronesia Central (Madeira, Salvajes, Canarias), con un asomo a las Azores y unos continuados y rigurosos trabajos en Cabo Verde. Los grupos tratados fueron, esencialmente, los octocoralarios (estoloníferos, alcionáceos, gorgonáceos y pennatuláceos), como también la mayoría de los hexacoralar-ios (antipatarios, escleractínias, zoantarios, actiniarios, coralimorfarios y ceriantarios). En todos esos años y hasta el presente nos propusimos sentar las bases y poner los mejores cimientos para el conocimiento certero de la infraestructura faunística, en la que el Dr. Brito

ha tenido y sigue teniendo un papel relevante. Ese conocimiento ha sido y sigue siendo fundamental de cara a la conservación, mantenimiento y seguimiento de los ecosistemas marinos. No voy a nombrar ahora la larga lista de investigadores que nos han acompañado en el intento, eso le correspondería al recipiendario, pero han sido muchos e instalados en la excelencia.

Puestos los primeros pilares del conocimiento de la biota marina, que trajeron aparejados múltiples tesis, tesinas, trabajos y catálogos, adelantamos en el tiempo otro proyecto fundamental en orden a la delimitación de las áreas marinas protegidas de Canarias, en las que los licenciados de la época: A. Brito, J. Barquín, T. Cruz y M. Carrillo fueron fundamentales y pioneros. Esa urgencia se debió, sin duda, al tremendo desastre que se cernía sobre los recursos litorales de Canarias, sobreexplotados sin medida ni clemencia, con un uso y abuso de las áreas costeras sin apenas atisbos de regularización y planificación, respondiendo, en gran medida, a intereses particulares: excesiva urbanización, vertidos incontrolados de aguas residuales, ocupación física de hábitats, actividades turísticas y recreativas, intenso tráfico marino y un largo etcétera.

Cito literalmente el párrafo que el Dr. Brito (2011) dejó escrito en un trabajo general e informativo que publicó precisamente en la Revista de la Academia Canaria de Ciencias que hoy lo recibe, en referencia a la biogeografía y conservación de la biodiversidad marina en la Macaronesia: *“El conocimiento de la biodiversidad marina y el planteamiento de medidas de ordenación y conservación son temas candentes en la actualidad en todos los países costeros, en relación con el intenso uso que se hace de los recursos y del medio litoral. En muchas zonas y particularmente en las islas, el desarrollo económico y social actual depende en gran medida del uso del espacio costero, mientras que por otra parte es bien conocido el estado de sobreexplotación en que se encuentran los recursos, tanto litorales como oceánicos e incluso los profundos, con el riesgo que conlleva esta elevada presión de eliminar ecosistemas y especies muy valiosas. La zona litoral o nerítica, es decir las aguas y fondos a menos de 200 m de profundidad, es donde el interés y la atención son más grandes y donde frecuentemente existe una compleja sinergia de riesgos, mucho mayor que en las aguas abiertas. Además de la eliminación o enrarecimiento de especies vulnerables por la acción directa sobre las mismas, un aspecto muy grave es el agotamiento o degradación de las poblaciones de especies arquitectas o estructurantes y de las de altos niveles tróficos que juegan un papel clave; es decir, aquellas que crean el hábitat o comunidad y las que mantienen bien estructurado el ecosistema mediante su actividad trófica. Por otra parte la correlación entre la presión humana **directa** y los efectos del cambio climático (presión difusa), ya notables en muchas zonas, introduce más incertidumbres en estos procesos.”*

Esa visión de “auténtica necesidad” de proteger el entorno marino del archipiélago en los inicios de los estudios de Biología en la ULL, que, como todos sabemos, se crearon e instalaron en nuestro primer centro docente gracias a los espléndidos oficios del Dr. D. Antonio González y González, fue premonitoria; y, aunque como reconoce el Dr. Brito empezó tarde y todavía queda mucho trabajo por hacer y trecho por recorrer para alcanzar un estatus medianamente óptimo, se han dado, ciertamente, grandes pasos para conseguirlo. Nuestro recipiendario ha estado siempre en el camino correcto, desde que pasó a liderar este proyecto con un equipo de lujo cuya base se gestó en nuestro primer centro docente. El faro inicial vio la luz en junio de 1989 con el libro *Reservas Marinas De Canarias* y la antor-

cha olímpica sigue en manos del Dr. Brito, a quien se debe la buena marcha de tan complejo propósito. Ahí están como testigos dos grandes ejemplos con resultados medianamente satisfactorios: la Reserva Marina de La Graciosa e islotes al norte de Lanzarote, creada en 1995 y que cubre una superficie de unas 70.000 hectáreas, lo que la convierten en la mayor de España; y la de Punta de La Restinga- Mar de Las Calmas en la isla de El Hierro, que abarca un área marina aproximada de 750 hectáreas. Como señala SILVIA REVENGA (<http://www.reservasmarinas.net/eventos/pdf/canarias.pdf>), de la Secretaría General de Pesca Marítima del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación: *“El objetivo principal es la sostenibilidad de las pesquerías artesanales, si bien estas reservas tiene en común el relativo mayor peso del sector pesquero en las comunidades costeras en relación con las reservas marinas del Mediterráneo español. Esto está marcadamente reflejado en las de La Graciosa y La Restinga, donde se puede afirmar que los núcleos de población se han formado en torno a la pesca: desde finales del siglo XIX en el caso de los asentamientos de Pedro Barba y de Caleta del Sebo, en La Graciosa, y a partir de los años 1960 para el núcleo pesquero de La Restinga, al que acudieron pescadores de las islas cercanas, como La Gomera”*.

Conocimiento y conservación, biodiversidad y preservación, investigación y manejo, enseñanza, divulgación y recreación mesológica; de todo ello se ha ocupado el Dr. Brito con nutridos y efectivos equipos de investigadores, doctorandos y colegas de la más alta talla nacional e internacional. Desde el inicio de los años 90 del siglo pasado, el peso del grupo de investigación, que con el tiempo pasó a denominarse BIOECOMAC (Grupo de Investigación en Biodiversidad, Ecología Marina y Conservación), recayó en los Drs. Barquín y Brito. Son los años en los que se abordaron, con el máximo rigor posible y con mayor apoyo desde las administraciones correspondientes, los estudios previos y el seguimiento de las reservas marinas una vez creadas, lo que contribuyó a que paralelamente se pudieran formar subequipos que emprendieran proyectos enfocados a estudios taxonómicos, faunísticos y biogeográficos en colaboración con otros científicos europeos y americanos de la talla de James van Tassell, James Dooley y Stephen Bortone. Así se fue creando una fortaleza humana de amplia base, con becarios, alumnos internos, tesinandos y doctorandos que culminaron sus respectivos trabajos de fin de grado, máster y no menos de 18 tesis doctorales ya leídas con éxito.

Muchos de estos proyectos fueron financiados por las administraciones canarias y por organismos nacionales, pero también por la Comunidad Europea y por fundaciones privadas como la norteamericana Earthwach. Entre los más recientes destacan el europeo del VI programa marco EMPAFISH, llevado a cabo entre una veintena de centros de varios países europeos, dedicado enteramente al estudio y seguimiento de las reservas marinas mediterráneas y atlánticas europeas en orden a comprobar su eficiencia. En este proyecto, dirigido y coordinado globalmente por el Dr. Ángel Pérez Ruzafa (Académico Correspondiente de la Real Academia Canaria de Ciencias), el Dr. Brito y su equipo tuvieron un papel relevante en cuanto a la investigación de las reservas marinas de Canarias, poniendo de manifiesto que la edad y el tamaño o extensión de la reserva integral son los factores esenciales para lograr que se cumplan las funciones previstas inicialmente; todo ello en un momento en que el cuerpo científico sobre la ciencia de la conservación marina era muy limitado.



También son destacables en este periodo, de los años 90 al 2000, las investigaciones y trabajos dirigidos a estudiar el impacto del erizo *Diadema africanum*, un herbívoro muy poderoso cuyas poblaciones están descontroladas debido en gran medida a la eliminación de sus depredadores por la sobrepesca.

En los últimos años, el trabajo de investigación se ha centrado en estudios genéticos de los peces del área atlanto-mediterránea y sus implicaciones biogeográficas y evolutivas, todo ello en colaboración con el experto investigador luso, recientemente desaparecido, Dr. Vitor Almada. Como también en el efecto del cambio climático y la llegada y asentamiento de especies exóticas potencialmente invasoras, un tema de gran importancia al que debe prestársele la mayor atención. Asimismo debemos destacar el estudio de las poblaciones de cetáceos residentes de buceo profundo, de la mano experta de la Dra. Natacha Aguilar y con la colaboración de los prestigiosos laboratorios de Wood Hole (USA) y St. Andrews (Reino Unido).

La mano experta del Dr. Alberto Brito pone de manifiesto cómo debe gestionarse una cátedra de esta categoría y con tanta proyección internacional. Los equipos de profesores, investigadores y alumnos que han trabajado a su lado han salido reforzados. La administraciones autonómica y locales se han beneficiado de sus más de 50 informes científicos derivados de proyectos y contratos de investigación, lo que ha sido de la máxima utilidad para el conocimiento, la ordenación, gestión y conservación del ecosistema y los recursos marinos de las islas Canarias.

Démosle pues la bienvenida a esta Real Academia como se merece, siempre esperando lo mejor de sus conocimientos, trabajos y rigor docente.

Un abrazo mi querido amigo.



## Ámbito de la *Revista de la Real Academia Canaria de Ciencias.* *Sección Biología*

La *Revista de la Academia Canaria de Ciencias. Sección Biología* (RACCB) publica artículos científicos inéditos y notas breves sobre biología general, zoología, botánica, ecología y ramas afines, con especial interés en los estudios de biodiversidad marina y terrestre en islas de la Macaronesia (Azores, Madeira, Canarias y Cabo Verde) y de áreas tropicales del Atlántico. Los idiomas de publicación son el español y el inglés, aunque se recomienda la presentación de trabajos en inglés, dado el ámbito internacional de la revista.

Los manuscritos son evaluados por al menos dos revisores anónimos. El Editor decide la aceptación o el rechazo de los trabajos en base al juicio crítico de los revisores.

### **Recepción y evaluación de manuscritos**

La RACCB se distribuye en los últimos días de diciembre de cada año y el periodo de evaluación normal de los trabajos dura unos dos meses.

Para someter un trabajo a evaluación en la RACCB los manuscritos deberán enviarse por correo electrónico al Editor (jjbacallado@gmail.com) en formato Word, con las figuras y tablas en archivos separados con una resolución de al menos 300 ppp.

Una vez recibidos, si los trabajos se ajustan al ámbito y al formato de la revista, se envían a los revisores para su evaluación anónima, que serán especialistas en la materia designados por el Comité Editorial o por el Editor.

Los comentarios de los revisores serán enviados al autor correspondiente para que pueda responder a los mismos y en su caso hacer modificaciones en el manuscrito.

Con los comentarios y las recomendaciones de los revisores el Editor decide sobre la aceptación del trabajo. Para considerar la aceptación de los mismos, al menos dos evaluadores deben haberlo aprobado.

En caso de aceptación para su publicación en la RACCB, el autor correspondiente recibirá unas pruebas de galera en formato digital, para que pueda hacer observaciones al respecto.

### **Instrucciones para los autores**

Los trabajos se presentarán en un archivo de Word en formato DIN A4, con letra *Times New Roman* de tamaño 12 y con espaciado sencillo entre líneas, dejando márgenes laterales, superior e inferior de 2 centímetros, salvo en la primera página en la que el margen superior será de 5 centímetros. Sangría de párrafo 1 centímetro. Se seguirá el esquema siguiente:

#### *Primera página:*

1. Título del trabajo en español o inglés, en negrita, centrado.
2. Apellidos e iniciales de los autores separados por comas; en negrita, centrado y en minúsculas.
3. Filiación de cada autor en minúsculas y centrado, con tamaño de letra 10.
4. Autor de correspondencia con un correo electrónico de contacto.
5. Resumen del trabajo en español con una extensión máxima de 200 palabras.

6. Palabras clave que definan el trabajo (mínimo tres, máximo siete), en español e inglés, en minúsculas y justificado a la izquierda.

7. Resumen del trabajo en inglés con una extensión máxima de 200 palabras.

Los autores de habla no hispana pueden solicitar asistencia al Editor para la revisión de los textos en español.

*Páginas posteriores:*

El texto del trabajo será dividido en secciones y debe constar, siempre que sea posible, de **Introducción, Material y métodos, Resultados, Discusión, Agradecimientos y Bibliografía**. En los artículos taxonómicos el apartado **Resultados** podrá ser sustituido por otro llamado **Sistemática**.

Los encabezamientos de cada sección, numerados correlativamente, se escribirán en letras mayúsculas en negrita. Si hubiera subsecciones, se enumerarán en la forma 1.1, 1.2,..., 2.1, 2.2,..., escribiéndose los encabezamientos en cursiva.

La bibliografía se presentará por orden alfabético de los autores y por año, con las revistas con su nombre completo. Los autores en mayúsculas y sangría francesa de 5 milímetros. Ejemplos:

ORTEA, J., J. ESPINOSA, M. CABALLER & Y. BUSKE. 2012. Initial inventory of the sea slugs (Opisthobranchia and Sacoglossa) from the expedition Karubenthos, held in may 2012 in Guadeloupe (Lesser Antilles, Caribbean Sea). *Revista de la Academia Canaria de Ciencias XXIV*: 153-182.

FUTUYIMA, D.J. 2013. *Evolution*. 3<sup>a</sup> Edition. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts, EE.UU., 656 pp.

En el texto las referencias deben indicarse con el apellido del autor seguido del año de publicación entre paréntesis. Si son dos los autores se separan por el signo & y si son más de dos, después de la primera referencia completa se utiliza el apellido del primero seguido de *et al.* Ejemplos:

LINNEO (1758). WATSON & CRICK (1953). HACKMAN *et al.* (2012).

Las láminas en color se presentarán digitalizadas en formato JPEG de alta calidad a 300 ppp y en modo CMYK o en escala de grises en su caso. Los diagramas de líneas se escanearán a 1200 ppp.

Trabajos de gran extensión podrían publicarse en suplementos independientes previa consulta con el Editor.

En caso de ser publicado, el autor de correspondencia recibirá 20 separatas de su trabajo, así como un archivo digital en formato pdf para su distribución limitada.

No hay costes asociados a la edición, aunque sí podrían cobrarse los costos de impresión de imágenes en color o de los suplementos en casos excepcionales. Consultar con el Editor.

Todos los números de la *Revista de la Academia Canaria de Ciencias. Sección Biología* se pueden encontrar digitalizados en el

*Biodiversity Heritage Library* (<http://www.biodiversitylibrary.org/>).

Para obtener una versión impresa de la Revista se puede contactar por correo electrónico con:

jbbacallado@gmail.com  
jmendez@ull.es

## Scope of the journal *Revista de la Academia Canaria de Ciencias.* *Sección Biología*

The journal *Revista de la Academia Canaria de Ciencias. Sección Biología* (RACCB) publishes original scientific papers and short notes on general biology, zoology, botany, ecology and related fields, with emphasis on studies of marine and terrestrial biodiversity on islands of the Macaronesia (Azores, Madeira, Canary and Cape Verde) and tropical areas of the Atlantic. The publication languages are Spanish and English, although the presentation of papers in English is recommended, given the international scope of the journal.

The manuscripts are evaluated by at least two anonymous referees. The Editor decides on the acceptance or rejection of the work based on the critical judgment of the referees.

### **Reception and evaluation of manuscripts**

The RACCB is distributed in the last days of December each year, and the normal assessment period of work lasts about two months.

Manuscripts should be sent by email to the Editor ( [jjbacallado@gmail.com](mailto:jjbacallado@gmail.com) ) in Word format, with figures and tables separated with a resolution of 300 dpi files, in order to be submitted to evaluation.

Once received, if the work is in accordance with the scope and format of the journal, it will be sent to anonymous referees for evaluation. The referees will be experts in the field designated by the Editorial Committee or the Editor.

The referees' comments will be sent to the corresponding author in order to and, if necessary, make changes to the manuscript.

With the comments and the recommendations of the referees, the Editor decides on the acceptance of the work. To consider accepting them, at least two referees must have approved.

If the work is accepted for publication in the RACCB, the corresponding author will receive galley proofs in a digital format, in order to give the approval or make some comments.

### **Instructions to authors**

Works must be submitted in a Microsoft Word file format DIN A4, Times New Roman size 12 and simple interlinear spacing, with sides, top and bottom margins of 3 centimetres. The following scheme must be accomplished:

#### *First page:*

1. Title in Spanish and English, in bold, centered.
2. Surname and initials of authors separated by commas, in bold, centered and lowercase.
3. Affiliation of each author; lowercase and left justified.
4. Corresponding author with a contact email.
5. Summary of work in Spanish with a maximum length of 200 words.
6. Keywords (minimum three, maximum seven) not appearing in the title, in Spanish and English; lowercase and left justified.
7. Summary of work in English with a maximum length of 200 words.

The authors do not speak Spanish may apply for assistance to the Editor for review of texts.  
*Following pages*

The text of the work will be divided into sections and must contain, whenever possible, **Introduction, Material and Methods, Results, Discussion, Acknowledgements and References**. In taxonomic works, the **Results** section can be replaced by another called **Systematics**.

The headings of each section, numbered consecutively, will be written in lowercase bold. If the work had subsections, they will be listed in the form 1.1, 1.2, ..., 2.1, 2.2, ..., with headers being written in italics.

The literature will be presented in alphabetical order by author and year, and the journals with its full name. Examples:

ORTEGA, J., J. ESPINOSA, M. CABALLER & Y. BUSKE. 2012. Initial inventory of the sea slugs (Opisthobranchia and Sacoglossa) from the expedition Karubenthos, held in may 2012 in Guadeloupe (Lesser Antilles, Caribbean Sea). *Revista de la Academia Canaria de Ciencias* XXIV: 153-182.

FUTUYAMA, D.J. 2013. *Evolution*. 3<sup>rd</sup> Edition. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts, EE.UU., 656 pp.

In the text, references must be related by author's surname followed by the year of publication in parentheses. If two authors are separated by the "&" and if they are more than two, the name of the first author followed by *et al* must be used after the first full reference. Examples:

LINNEO (1758) WATSON & CRICK (1953) HACKMAN *et al* (2012).

The colour plates will be sent digitized in high quality JPEG format at 300dpi and in CMYK or greyscale. Line charts will be scanned at 1200 dpi.

Large works could be published in separate supplements prior consultation with the Editor. In case of publication, the corresponding author will receive 20 reprints of their work, as well as a digital file in pdf format for limited distribution.

There are no costs associated with the issue, although they may be charged the cost of printing colour images or supplements in exceptional cases. Contact the Editor.

All issues of the journal *Revista de la Academia Canaria de Ciencias Biología* can be found digitized at

*Biodiversity Heritage Library* (<http://www.biodiversitylibrary.org/>)

For a printed version of the journal, please, contact by email at:

jbacallado@gmail.com  
jmendez@ull.es

# REVISTA DE LA ACADEMIA CANARIA DE CIENCIAS

Folia Canariensis Academiae Scientiarum

Volumen XXIX  
Diciembre de 2017

## ÍNDICE

<i>Editorial</i> .....	7
OCAÑA, O., J. C. DEN HARTOG & A. BRITO Restoration of the genus <i>Pseudocorynactis</i> Den Hartog, 1980 and emended diagnosis of the genera <i>Corynactis</i> Allman, 1846, <i>Pseudocorynactis</i> and <i>Paracorynactis</i> Ocaña, Den Hartog, Brito & Bos, 2010 .....	9
ORTEA, J., L. MORO & J.J. BACALLADO Nota sobre dos especies del género <i>Elysia</i> Risso, 1818 (Mollusca: Sacoglossa) en las islas de Cabo Verde .....	21
BRITO, A., S. MORENO-BORGES, A. ESCÁNEZ, J.M. FALCÓN, & R. HERRERA New records of Actinopterygian fishes from the Canary Islands: tropicalization as the most important driving force increasing fish diversity .....	31
GARCÍA, R. & J. GARCÍA Primer registro de <i>Denticera divisella</i> (Duponchel, 1842) (Lepidoptera, Pyralidae) para el archipiélago canario .....	45
ESPINO, F. & R. RIERA The cleaning mutualism between the shrimp, <i>Lysmata grabhami</i> (Malacostraca: Hippolytidae) and fish, with description of a new interaction with <i>Mycteroperca fusca</i> (Actinopterygii: Serranidae) from the Eastern Atlantic Ocean .....	49
ESPINOSA, J., J. HERRERA-URÍA & J. ORTEA Moluscos terrestres y fluviales del Sector Cupeyal del Norte, Parque Nacional Alejandro de Humboldt, Guantánamo, Cuba, con la descripción de nuevas especies .....	61
PÉREZ DE PAZ, J., R. FEBLES, O. FERNÁNDEZ-PALACIOS ACOSTA & M. OLANGUA CORRAL Flores y polen. Éxito reproductivo de las angiospermas en Canarias. Origen, evolución y conservación .....	111
WIRTZ, P. & L. BERENGER Range extension of <i>Pseudocorynactis caribbeorum</i> den Hartog, 1980 in the eastern Atlantic .....	203

ESPINOSA, J. & J. ORTEA Tras las huellas de Alcide D'Orbigny: el género <i>Eratoidea</i> Weinkauff, 1879 (Mollusca: Neogastropoda: Marginellidae) en la isla de Martinica, Antillas Menores, con la descripción de dos nuevas especies. ....	207
OCAÑA, O., V. DE MATOS, R. AGUILAR, S. GARCÍA & A. BRITO Illustrated catalogue of cold water corals (Cnidaria: Anthozoa) from Alboran basin and North Eastern Atlantic submarine mountains, collected in Oceana campaigns .....	221
HERRERA, R., L. MORO, O. AIZA, J. NÚÑEZ, C. CAMACHO, J. MARTÍN, T. BRITO, J. J. BACALLADO & J. ORTEA Primeros registros de invertebrados marinos para las islas Canarias (II) .....	257
MORO, L., R. RIERA, J. ORTEA & R. HERRERA On the presence of <i>Barentsia discreta</i> (Busk, 1886) (Entoprocta: Barentsiidae) in fouling community from a commercial harbour. ....	273
 <i>VIDA ACADÉMICA</i>	
La biodiversidad marina de Canarias y su conservación: una visión personal (Discurso de ingreso como Académico de Número de la Real Academia Canaria de Ciencias del Dr. D. Alberto Brito Hernández).....	281
Contestación al discurso de ingreso del Dr. D. Alberto Brito Hernández por el Dr. D. Juan José Bacallado Aránega .....	291
Ámbito de la <i>Revista de la Real Academia Canaria de Ciencias. Sección Biología</i> Instrucciones para los autores.....	297
Scope of the journal <i>Revista de la Academia Canaria de Ciencias. Sección Biología</i> Instructions to authors .....	299







Esta publicación de la  
Real Academia Canaria de Ciencias  
se terminó de imprimir  
en el mes de diciembre  
de dos mil diecisiete











ÍNDICE

<i>Editorial</i> .....	7
OCAÑA, O., J. C. DEN HARTOG & A. BRITO Restoration of the genus <i>Pseudocorynactis</i> Den Hartog, 1980 and emended diagnosis of the genera <i>Corynactis</i> Allman, 1846, <i>Pseudocorynactis</i> and <i>Paracorynactis</i> Ocaña, Den Hartog, Brito & Bos, 2010 .....	9
ORTEA, J., L. MORO & J.J. BACALLADO Nota sobre dos especies del género <i>Elysia</i> Risso, 1818 (Mollusca: Sacoglossa) en las islas de Cabo Verde .....	21
BRITO, A., S. MORENO-BORGES, A. ESCÁNEZ, J.M. FALCÓN, & R. HERRERA New records of Actinopterygian fishes from the Canary Islands: tropicalization as the most important driving force increasing fish diversity .....	31
GARCÍA, R. & J. GARCÍA Primer registro de <i>Denticera divisella</i> (Duponchel, 1842) (Lepidoptera, Pyralidae) para el archipiélago canario .....	45
ESPINO, F. & R. RIERA The cleaning mutualism between the shrimp, <i>Lysmata grabhami</i> (Malacostraca: Hippolytidae) and fish, with description of a new interaction with <i>Mycteroperca fusca</i> (Actinopterygii: Serranidae) from the Eastern Atlantic Ocean .....	49
ESPINOSA, J., J. HERRERA-URÍA & J. ORTEA Moluscos terrestres y fluviales del Sector Cupeyal del Norte, Parque Nacional Alejandro de Humboldt, Guantánamo, Cuba, con la descripción de nuevas especies .....	61
PÉREZ DE PAZ, J., R. FEBLES, O. FERNÁNDEZ-PALACIOS ACOSTA & M. OLANGUA CORRAL Flores y polen. Éxito reproductivo de las angiospermas en Canarias. Origen, evolución y conservación .....	111
WIRTZ, P. & L. BERENGER Range extension of <i>Pseudocorynactis caribbeorum</i> den Hartog, 1980 in the eastern Atlantic .....	203
ESPINOSA, J. & J. ORTEA Tras las huellas de Alcide D'Orbigny: el género <i>Eratoidea</i> Weinkauff, 1879 (Mollusca: Neogastropoda: Marginellidae) en la isla de Martinica, Antillas Menores, con la descripción de dos nuevas especies .....	207
OCAÑA, O., V. DE MATOS, R. AGUILAR, S. GARCÍA & A. BRITO Illustrated catalogue of cold water corals (Cnidaria: Anthozoa) from Alboran basin and North Eastern Atlantic submarine mountains, collected in Oceana campaigns .....	221
HERRERA, R., L. MORO, O. AIZA, J. NÚÑEZ, C. CAMACHO, J. MARTÍN, T. BRITO, J. J. BACALLADO & J. ORTEA Primeros registros de invertebrados marinos para las islas Canarias (II) .....	257
MORO, L., R. RIERA, J. ORTEA & R. HERRERA On the presence of <i>Barentsia discreta</i> (Busk, 1886) (Entoprocta: Barentsiidae) in fouling community from a commercial harbour .....	273
<i>VIDA ACADÉMICA</i>	
La biodiversidad marina de Canarias y su conservación: una visión personal (Discurso de ingreso como Académico de Número de la Real Academia Canaria de Ciencias del Dr. D. Alberto Brito Hernández) .....	281
Contestación al discurso de ingreso del Dr. D. Alberto Brito Hernández por el Dr. D. Juan José Bacallado Aránega .....	291
Ámbito de la <i>Revista de la Real Academia Canaria de Ciencias. Sección Biología</i> Instrucciones para los autores .....	297
Scope of the journal <i>Revista de la Academia Canaria de Ciencias. Sección Biología</i> Instructions to authors .....	299