

VIERAEA

**FOLIA SCIENTIARUM BIOLOGICARUM
CANARIENSIVM**

**MUSEVM SCIENTIARVM NATVRAIVM
NIVARIENSE**



Volumen 35 (2007)

Santa Cruz de Tenerife

Octubre 2007

**Edita: Organismo Autónomo de Museos y Centros
(Cabildo de Tenerife)**

VIERAEA

FOLIA SCIENTIARUM BIOLOGICARUM CANARIENSIIUM

VIERAEA es una Revista de Biología editada por el Organismo Autónomo de Museos y Centros del Cabildo de Tenerife. En ella se publican trabajos científicos originales sobre temas biológicos (Botánica, Zoología, Ecología, etc.), que traten sobre las islas Canarias y, en sentido más amplio, sobre la Región Macaronésica. Se invita a los investigadores a enviar artículos sobre estos temas.

VIERAEA aparece regularmente a razón de un volumen anual, con un total aproximado de unas 200 páginas.

Consejo de Redacción

Fundador: Wolfredo Wildpret de la Torre
Director/Secretario: Juan José Bacallado Aránega
Vocales: Julio Afonso Carrillo
 Francisco García-Talavera
 Fátima Hernández Martín
 Pedro Oromí Masoliver
 Lázaro Sánchez-Pinto

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

Precio suscripción anual

España 15,00 €

Extranjero 30,00 €

Toda la correspondencia (autores, intercambio, suscripciones) dirigirla a:

Redacción de **VIERAEA**
Museo de Ciencias Naturales de Tenerife
OAMC - Cabildo de Tenerife
Apartado de Correos 853
38080 Santa Cruz de Tenerife
Islas Canarias - ESPAÑA

El Productor S. L. *Técnicas Gráficas*
Barrio Nuevo de Ofra, 12
38320 La Cuesta. Tenerife.
Depósito Legal TF 1209/72. ISSN 0210-945X

Comité Científico Internacional /International Scientific Board

M ^a Teresa ALBERDI. Museo Nacional de Ciencias Naturales. Madrid.	M ^a Candelaria GIL. Universidad de La Laguna. Tenerife.	Gloria ORTEGA. Museo de Ciencias Naturales de Tenerife
Xavier BELLÉS. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Barcelona.	Santiago HERNÁNDEZ. Universidad de Las Palmas. Gran Canaria.	Ángel PÉREZ. Dpto. de Ecología Universidad de Murcia.
Manuel José BISCOITO. Laboratorio Biología Marina. Funchal. Madeira.	John A. LINDLEY. Fundación Sir Alister Hardy. Plymouth. Reino Unido.	Salvador RIVAS. Universidad Complutense de Madrid.
Demetrio BOLTOVSKOY. Universidad de Buenos Aires. Argentina.	Dieter LÜPNITZ. Universidad de Maguncia. Alemania.	Arnoldo SANTOS. Instituto Canario de Investigaciones Agrarias. Tenerife
Paulo BORGES. Universidad de Azores.	Águedo MARRERO. Jardín Canario Viera y Clavijo. Gran Canaria.	Oswaldo SOCORRO. Universidad de Granada.
Alberto BRITO. Universidad de La Laguna. Tenerife.	Aurelio MARTÍN. Universidad de La Laguna. Tenerife.	Marco TAVIANI. Instituto de Geología Marina. Bolonia. Italia.
Guillermo DELGADO Museo de Ciencias Naturales de Tenerife	José Luis NIEVES. Museo Nacional de Ciencias Naturales. Madrid.	José TEMPLADO. Museo Nacional de Ciencias Naturales. Madrid.

INFORMACIÓN PARA LOS AUTORES

POLÍTICA EDITORIAL DE *VIERAEA*

Vieraea es una publicación científica con periodicidad anual que da cabida a artículos y notas científicas inéditas sobre Botánica, Ecología, Paleontología y Zoología relacionados con las islas Canarias o, en sentido más amplio, con la región macaronésica. Tendrán cabida asimismo los comentarios bibliográficos de obras que sean de interés.

El volumen anual puede ser dividido en dos o más números sueltos, en función de las materias contenidas o por razones de agilidad editorial.

Todo trabajo o nota científica remitida a *Vieraea* para su publicación será valorado por al menos un evaluador. Actuarán como evaluadores y correctores los miembros del Consejo de Redacción y aquellas personas elegidas directamente por ellos en razón a su competencia y especialidad. Se prestará especial atención a la originalidad, calidad e interés del contenido del manuscrito y su complemento gráfico, así como al cumplimiento de las normas de redacción vigentes. La aceptación de un manuscrito para su publicación corresponde en todo caso al Consejo de Redacción.

El contenido de los artículos, notas y comentarios bibliográficos publicados en *Vieraea* es de exclusiva responsabilidad de los autores.

Los trabajos y notas aceptados serán publicados por orden de aceptación salvo que, por causa justificada y a propuesta del Director de *Vieraea*, así lo acuerde el Consejo de Redacción.

Vieraea publica trabajos escritos preferentemente en español e inglés. Se aceptan también los idiomas alemán, francés, italiano y portugués.

REMISIÓN DE MANUSCRITOS

El autor enviará al Secretario de *Vieraea* tres copias de su artículo escritas a doble espacio en hojas DIN A4 y por una sola cara. Se recomienda que los artículos no sobrepasen las 25 páginas.

El Secretario notificará al autor el acuerdo de aceptación, si es el caso, y eventualmente, las indicaciones editoriales y correcciones que debe realizar para su oportuna publicación. Hechas éstas, el autor remitirá el manuscrito definitivo

en soporte *magnético e impreso*, y las figuras originales, según las prescripciones siguientes:

- a. Las figuras deberán protegerse entre un soporte rígido y una cubierta protectora de papel transparente que llevará el nombre del autor, artículo al que corresponde, número y su leyenda. El autor podrá indicar el porcentaje de reducción que desea que se aplique a sus figuras.
- b. Las fotos serán reproducidas en blanco y negro. Los originales llevarán por detrás una etiqueta con la misma información exigida en el apartado anterior. Si un autor desea incluir fotos en color deberá abonar el coste que ello genere. En tal caso, se recomienda el envío de diapositivas.
- c. El manuscrito en soporte informático será enviado en disquetes en cualquier formato de procesador de textos compatible con el entorno Windows. Se empleará el espaciado interlineal de 1 línea (8 l/p), justificación completa, cuerpo de letra 12 o equivalente y márgenes laterales de 2,5 cm y superior/inferior de 3 cm para DIN A4 (se ruega no componer la página). **En caso de gráficos digitalizados, los ficheros informáticos de los mismos tendrán que enviarse también por separado, indicando el formato (JPG, TIFF, etc.) y programa con que han sido generados.**
- d. El artículo impreso en papel a partir del archivo informático llevará indicación marginal de la ubicación deseada para las figuras en el caso de que éstas no hayan sido intercaladas en el texto.
- e. En caso de que el autor no disponga de equipo informático, deberá comunicarlo a la Secretaría de *Vieraea* en el momento de remitir su manuscrito por primera vez para que se le indique el coste de la transcripción. Cada autor recibirá 50 separatas gratuitas de su artículo, salvo que solicite expresamente un número mayor, cuyo coste deberá abonar. Deberá indicarlo al remitir las pruebas.

NORMAS DE REDACCIÓN

El contenido de los artículos y notas científicas se ajustarán a las disposiciones de los respectivos códigos internacionales de nomenclatura zoológica y botánica. Se aconseja asimismo atender a las recomendaciones de dichos códigos.

Artículos

- Título en mayúsculas y minúsculas. De existir, los nombres latinos de los taxones del nivel de especie y género irán en cursiva, y se indicará al final del título y entre paréntesis al menos el taxón de nivel de familia y otro superior de conocimiento general.

- El nombre (sin abreviar) y apellidos del autor o los autores.

- Dirección postal de contacto del autor o los autores.

- Reseña bibliográfica del artículo en inglés (o español, si el artículo está escrito en inglés).

- Resumen (ABSTRACT) en inglés de una extensión a ser posible no superior a 12 líneas, seguido de unas 10 palabras claves (Key words), y luego, lo mismo en español (RESUMEN). Cuando el artículo es en inglés, se invierte el orden de los resúmenes, y si está escrito en idioma distinto al español o inglés, podrá seguir otro resumen en dicho idioma.

- Texto del artículo. Si las figuras no se han intercalado en el texto, su posición se señalará en la copia impresa del artículo, al margen. En este caso, la relación de las figuras con sus respectivas leyendas se añadirá al final del artículo, después de la bibliografía. Las figuras llevarán escala en sistema métrico. El apartado de agradecimientos, si lo hay, será el último epígrafe del texto.

- Bibliografía: Ordenada alfabéticamente y según ejemplo adjunto. Los comentarios del autor irán al final [entre corchetes]:

CARLQUIST, S. (1974). *Island biology*.- New York: Columbia University Press, 660 pp.

MOSS, D.N., E.G. KRENZER (JR) & W.A.

BRUN (1969). Carbon dioxide compensation points in related plant species.- *Science* 164: 187-188.

TRYON, R. (1979). Origins of temperate island floras.- pp. 69-85 in: D. Bramwell (ed.). *Plants and islands*.- London: Academic Press, 459 pp.

Notas y comentarios bibliográficos

Las normas para las notas científicas son equivalentes a las de los artículos, pero no llevarán resumen y el nombre del autor y su dirección irán al final de todo.

Las notas podrán llevar una figura siempre que no superen una página impresa, que es su límite, salvo para las notas corológicas. Las notas corológicas simples, noticias y observaciones puntuales quedan excluidas.

Los comentarios bibliográficos irán encabezados por la reseña bibliográfica completa de la obra comentada, así como de la dirección postal del editor y el precio, si se conoce. El nombre del comentarista y su filiación académica o dirección irán al final. Se recomienda que no excedan una página impresa.

Estilo

El estilo de redacción de los trabajos será el propio del lenguaje científico, conciso y con el número mínimo de tablas e ilustraciones. Se recomienda seguir las orientaciones del "Manual de Estilo" e "Illustrating Science" publicados por el Consejo de Editores de Biología, así como las siguientes pautas:

- Los encabezados principales irán en mayúscula (versales), centrados y separados dos líneas del párrafo precedente y una del siguiente.

- Los encabezados secundarios irán en negrilla y al margen izquierdo, separados una línea del párrafo precedente y del siguiente.

- No se deja espacio adicional entre párrafos y el comienzo de cada párrafo se sangrará, salvo que lleve encabezamiento.

- Los encabezados de párrafos irán en mayúsculas (versalitas) o en cursiva, seguidos de dos puntos o un punto y una raya, y luego del texto corrido.

- Para la estructuración del artículo se empleará, si es el caso, el sistema de numeración legal (1., 1.1., 1.1.1., 2., 2.1., etc).

- Las figuras irán numeradas correlativamente con números arábigos (p.ej. fig. 1), y las tablas, con números romanos (p.ej. tabla IV).

- En el texto corrido no se emplearán las mayúsculas salvo para acrónimos. Los nombres de los autores de los taxones o de las obras referenciadas irán en minúscula; si excepcionalmente se ha de diferenciar entre uno

y otro caso, se empleará la mediúscula (versalita) para los autores de obras.

-En el texto principal y titulares, la cursiva se empleará exclusivamente para taxones del nivel especie y genérico. El texto en otro idioma o los títulos de obras referenciadas irán entre «comillas francesas».

-Se procurará que el orden y símbolos de citación de las islas del archipiélago canario sea el siguiente: El Hierro (H), La Gomera (G), La Palma (P), Tenerife (T), Gran Canaria (C), Fuerteventura (F) y Lanzarote (L).

-Las cifras que representan años no llevan punto de millar.

-En español, las mayúsculas van acentuadas.

-En español, la coma separará las cifras decimales.

-Las abreviaturas de kilómetros y de hectáreas irán siempre en minúsculas (p.ej. 8 km, 7 ha).

La redacción de *Vieraea* podrá aplicar un cuerpo menor a aquellas partes del texto que considere menos relevantes o complementarias al discurso principal.

Estas normas de estilo podrán ser modificadas si la estructura del artículo así lo requiere y ello es aceptado por el Consejo de Redacción.

NOTICE TO CONTRIBUTORS

EDITORIAL POLICY OF *VIERAEA*

Vieraea is an annual scientific publication containing unpublished scientific notes on Botany, Ecology, Paleontology and Zoology concerning the Canary Islands or, in a wider sense, the Macaronesian Region. It will also contain bibliographical commentaries on works which are of interest.

The annual volume may be divided into two or more separate issues, depending on the matters contained or for reasons of editorial speed.

Every work or scientific note sent to *Vieraea* for publication will be assessed by at least one evaluator. Acting as evaluers and correctors will be the members of the Editorial Committee and those persons elected directly by them by reason of their competence and speciality. Special attention will be given to the originality, quality and interest of the manuscript's contents and its graphic complement, as well as to the compliance with prevailing writing standards. Approval of a manuscript for its publication rests at all events with the Editorial Committee.

The contents of articles, notes and bibliographical commentaries published in *Vieraea* are the exclusive responsibility of the authors.

Vieraea publishes works written preferably in Spanish and English. Also accepted are those in German, French, Italian and Portuguese.

REMITTING OF MANUSCRIPTS

The author will send the Secretary of *Vieraea* three copies of his article written double-spaced on DIN A-4 paper and on one side only. It is recommended that articles do not exceed 25 pages. The Secretary will advise the author of its approval, if this is the case, and eventually, the editorial instructions and corrections he should carry out for its publication. Having done this, the author will send the final manuscript in a magnetic and printed support, and the original figures, following these prescriptions:

- a. The figures should be protected between a rigid support and a protecting cover of transparent paper bearing the author's name, article to which the figure corresponds, its number and legend. The author may indicate

the percentage of reduction he wishes for his figures.

- b. The photos will be in black and white, on glossy paper and of contrast. They will have a label on the back with the same information as required in the previous paragraph. If an author wishes to include colour photographs he must pay the cost involved. In such a case, it is advisable to send transparencies.
- c. The manuscript in informatic support will be sent in diskettes in whichever format of text processor compatible with Windows. Interlinear 1 line (8 l/p) spacing will be used, complete justification, letter size 12 or equivalent and 2.5 cm side margins and 3 cm top/bottom margins, for DIN A-4 paper (please, don't make up the pages). **For digitalized graphics, the correspondent informatic files must be sent separately, stating format (JPG, TIFF, etc.) and programme used.**
- d. The article from the informatic file printed on paper will have a marginal indication of the position desired for the figures, in the event that these have not been inserted in the text.
- e. If the author has no informatic equipment he should advise the Secretary of *Vieraea* when sending his manuscript for the first time. In this case, the author must pay the cost of the transcription.

Every author will receive 50 free offprints of his article, unless he expressly requests a larger number, whose cost he must pay for. He should order when sending the proofs.

WRITING STANDARDS

The contents of articles and scientific notes will abide by the provisions of the respective international code of zoological and botanical nomenclature. In like manner it is advisable to pay attention to the recommendations of the said codes.

Articles

-Title in capitals and small letters. If they exist, Latin names of taxons of 'the level of species and genus will be in italics and shown at the end of the title and in brackets, at least the family level taxon and another higher one of general knowledge.

-Name (not shortened) and surnames of author or authors.

-Postal address to contact author or authors.

-Bibliographical review of the article in English (or Spanish if article is written in English).

-Summary in English, if possible not more than 12 lines, followed by about 10 key words, and next, the same in Spanish (SUMMARY). When the article is in English, the order of summaries is reversed and if written in a language different from Spanish or English, another summary may follow in such language.

-Text of the article. If the figures have not been inserted in the text, their position will be marked on the printed copy of the article, in the margin. In this case, the list of figures with their respective legends will be added at the end of the article, after the bibliography. The figures will have a scale in metric system. The section of acknowledgements, if there is one, will be the last heading of the text.

-Bibliography: In alphabetical order and as the following example. The author's commentaries will go at the end in square brackets:

CARLQUIST, S. (1974). *Island biology*.-New York: Columbia University Press, 660 pp.

MOSS, D. N., E.G. KRENZER (JR) & W. A. BRUN (1969). Carbon dioxide compensation points in related planta species.- *Science* 164: 187-188.

TRYON, R. (1979). Origins of temperate island floras.- pp. 69-85 in: D. Bramwe -(ed.). *Plants and islands*.- London: Academic Press, 459 pp.

Notes and bibliographical commentaries

The rules for scientific notes are equivalent to those of the articles, but will not have a summary, and the author's name and address will go right at the end.

The notes may include a figure providing they do not exceed a printed page, which is their limit,

VIII

except to the chorological notes. Short chorological notes, news and single observations are excluded.

Bibliographical commentaries will be headed by the complete bibliographical review of the work discussed, together with the publisher's postal address and the price, if known. The commentator's name and his academic filiation or address will go at the end. It is advisable not to exceed a printed page.

Style

The writing style of works will be as befits the scientific language, concise and with the minimum number of tables and illustrations. It is advisable to follow the guidance of the "Manual de Estilo" and "Illustrating Science" published by the Committee of Biology Editors, as well as the following norms:

-Headings will be in capital letters, centred and separated 2 lines from preceding paragraph, and one line from the next.

-Secondary headings will be in bold type and in left margin, separated one line from preceding paragraph and the next.

-No additional space is left between paragraphs, and the beginning of each paragraph will be indented, unless it has a headline.

-Paragraph headlines will be in small capitals or italics, followed by colon or dot and dash, and then the running text. Note: if your text processor does not operate the small capital, leave words in normal case and underline in pencil on the printed copy.

-For arrangement of the article, if that is the case, the system of legal numeration will be used (1., 1.1., 2., 2.1., etc.).

-The figures will be correlatively numbered with Arabic numerals (for ex. Fig. 1), and the tables, with Roman numerals (for ex. Table IV).

-In the running text, capital letters will only be used for acronyms. Names of the authors of taxons or of referenced works will be in small letters; if exceptionally a difference has to be made between one and the other, small capitals will be used for the authors of works.

-In the main text and headlines, italics will be used exclusively for taxons of species and generic level. The text in another language or titles of referenced works will be in quotationmark (« »).

Note: if your text processor does not operate italics, use underlining as a substitute.

-The order and quotation symbols of the different islands of the Canary archipelago should be as follows: El Hierro (H), La Gomera (G), La Palma (P), Tenerife (T), Gran Canaria (C), Fuerteventura (F) and Lanzarote (L).

-Numbers representing years will not have the thousand point.

-In Spanish, capital letters are accentuated.

-In Spanish, the comma will separate decimal numbers.

-Abbreviations of kilometres and hectares will always be in small letters

(for ex. 8 km, 7 ha).

The editorial staff of *Vieraea* may apply a smaller size of letter to those parts of the text it considers less relevant or complementary to the main treatise.

These standards of style may be modified if the arrangement of the article requires it and this is accepted by the Editorial Committee.

VIERAEA	Vol. 35	1-8	Santa Cruz de Tenerife, octubre 2007	ISSN 0210-945X
---------	---------	-----	--------------------------------------	----------------

Primer registro de *Eupanthalis kinbergi* McIntosh (Polychaeta, Acoetidae) en aguas de Canarias

ALEJANDRO MARTÍNEZ, ANA M. PALMERO, MARÍA DEL CARMEN BRITO
& JORGE NÚÑEZ

*Laboratorio de Bentos, Departamento de Biología Animal, Facultad de
Biología, Universidad de La Laguna, 38206 La Laguna, Tenerife,
islas Canarias*

MARTÍNEZ, A., PALMERO, A. M., BRITO, M. C. & NÚÑEZ, J. (2006). First record of *Eupanthalis kinbergi* McIntosh (Polychaeta: Acoetidae) from Canary Islands. *VIERAEA* 35: 1-8.

ABSTRACT: First record of *Eupanthalis kinbergi* McIntosh, 1876 for Canary Islands, collected by dredging at 42-150 meters off Lanzarote and Fuerteventura coast. The species is characterized by its subbiramous parapodia along all the body, neurochaetae morphology and lack of a median antennae. This is the fourth acoetid species recorded in the Canary Islands, together with: *Polyodontes maxillosus* (Ranzani, 1817), *Eupolyodontes gulo* (Grube, 1855) and *Euarche tubifex* Ehlers, 1887. A key for the species of this family for the Canary coast is included.

Key words: Acoetids, polychaetes, Canary Islands.

RESUMEN: *Eupanthalis kinbergi* McIntosh, 1876 se cita por primera vez en Canarias basándonos en el material procedente de dragados realizados a 42-150 metros en aguas de Lanzarote y Fuerteventura. La especie se caracteriza por presentar podios subbirrámeos a lo largo de todo el cuerpo, carecer de antena media y por los tipos de morfología de las neurosedas. Con el presente registro, son cuatro las especies de la familia conocidas para Canarias junto con: *Polyodontes maxillosus* (Ranzani, 1817), *Eupolyodontes gulo* (Grube, 1855) y *Euarche tubifex* Ehlers, 1887. Se aporta una clave de las especies de esta familia presentes en Canarias.

Palabras clave: Acoétidos, poliquetos, islas Canarias.

INTRODUCCIÓN

La familia Acoetidae Kinberg, 1858 (Polychaeta, Aphroditoidea) incluye poliquetos escamosos bentónicos de tamaño medio a grande, la talla de alguna de las especies se encuentra entre las mayores de los poliquetos conocidos, como por ejemplo *Polyodontes maxillosus* (Ranzani, 1817) con ejemplares de hasta dos metros (SAINT-LOUP, 1889 in PETTIBONE, 1989). Habitan en fondos blandos, en el interior de tubos que construyen a partir de secreciones fibrosas que mezclan con fango o partículas de arena. Las glándulas parapodiales productoras de estas fibras son características de la familia y se localizan en el notopodio de los segmentos medios y posteriores. Son de hábitos carnívoros, depredadores de pequeños invertebrados bentónicos que capturan al acecho desde el interior del tubo, que sólo abandonan parcialmente (BARNICH & FIEGE, 2003).

Los acoétidos han sido recolectados en la mayoría de mares y océanos (PETTIBONE, 1989), ocupando amplios rangos batimétricos, desde la zona intermareal hasta los 1.500 m de profundidad. En general, no suelen ser frecuentes en las muestras bentónicas, la mayor parte del material procede de dragados en los que suelen aparecer ejemplares solitarios y en la mayoría de los casos fragmentados. Probablemente esta baja densidad de individuos se deba a su comportamiento territorial (BEESLEY *et al*, 2000).

Trabajos previos referentes a los acoétidos de las costas Canarias son escasos, los primeros registros de la familia corresponden a NÚÑEZ (1990) y BRITO *et al* (1991). Recientemente, en un catálogo sobre los poliquetos del archipiélago NÚÑEZ *et al* (2005) registran tres especies: *Polyodontes maxillosus* (Ranzani, 1817), *Eupolyodontes gulo* (Grube, 1855) y *Euarche tubifex* Ehlers, 1887.

En el presente trabajo se registra por primera vez en Canarias la especie *Eupanthalis kinbergi* McIntosh, 1876. Con este último registro son cuatro las especies citadas de esta familia para las islas Canarias, que coinciden con las especies de acoétidos conocidas para todo el Mediterráneo.

MATERIAL Y MÉTODOS

El material estudiado procede de las campañas oceanográficas “Taliarte-9709” desarrollada en Fuerteventura entre 30-350 m de profundidad, a finales de septiembre y principios de octubre de 1997, a bordo del B/O “Taliarte” del Instituto Canario de Ciencias Marinas de Gran Canaria, y la desarrollada en Lanzarote en 2000-01 entre 5-50 m de profundidad para el Ministerio de Medio Ambiente. Las muestras de sedimento fueron recolectadas con una draga de arrastre. La extracción de la macrofauna se realizó de *visu*, separando submuestras de sustrato para el estudio de la infauna más inconspicua. El material se fijó con formaldehído al 4%, finalmente todos los ejemplares se conservaron en etanol desnaturalizado al 70%. Algunos de los ejemplares de poliquetos macrofaunales se observaron en vivo, para tomar datos de coloración, ya que suele desvanecerse una vez fijado el material. La iconografía de las especies se realizó con un tubo de dibujo acoplado a un microscopio óptico Leica DMLB y a un microscopio estereográfico Olympus SZX9.

El material examinado se encuentra depositado en las colecciones de poliquetos del Laboratorio de Bentos, Departamento de Biología Animal de la Universidad de La Laguna (DBAULL).

RESULTADOS

Clase POLYCHAETA

Orden PHYLLODOCIDA

Familia ACOETIDAE Kinberg, 1858

Género *Eupanthalis* McIntosh, 1876

Diagnosis: Cuerpo largo, formado por numerosos segmentos. Prostomio ovalado, con dos pares de ojos sésiles, dos antenas laterales y un par de palpos. Antena mediana ausente. Faringe musculosa, con un par de papilas en posición medio dorsal y ventral, 24 papilas distales y dos pares de fuertes mandíbulas con dentículos basales. Numerosos pares de élitros sobre los segmentos 2, 4, 5, 7 y de dos en dos segmentos en el resto del cuerpo, son de pequeño tamaño y no llegan a cubrir el dorso. Carece de branquias parapodiales. Podios subbirrámicos en todo el cuerpo, a partir del 9 con glándulas productoras de las fibras del tubo. Neuropodio con sedas distribuidas en tres grupos: dorsales de tipo capilar con pilosidad; sedas medianas de tipo acicular, a menudo con espinas subdistales y artejo en bayoneta; sedas ventrales capilares y espinulosas.

Eupanthalis kinbergi McIntosh, 1876

Figura 1

Eupanthalis kinbergi McIntosh, 1876: 404, pl. 72, fig. 12-15; Pettibone, 1989: 24, figs. 11b-j, 12 [en parte]; Barnich & Fiege, 2003: 97, fig. 50.

Eupanthalis glabra Ben-Eliahu & Fiege, 1994: 149, figs. 2-5.

Material examinado: Campaña "Taliarte-9709", Fuerteventura, estación 37, coordenadas de inicio del dragado: 28° 08.50' / 14° 33.60', profundidad 146 m; coordenadas de final del dragado: 28° 08.98' / 14° 34.38', profundidad 157 m. 4-10-97, draga de arrastre, 1 ejemplar en sustrato arenoso organógeno. Campaña "Ecocartografía de Lanzarote" 2000-01, Lanzarote, estación 438, coordenadas: 29° 04.72' / 13° 45.94', profundidad 42 m, 1 ejemplar en sustrato de arena de grosor medio.

Descripción: Cuerpo alargado, deprimido y con numerosos segmentos. El ejemplar de mayor tamaño es un fragmento anterior con 98 setígeros, mide 45 mm de longitud y 3 mm de anchura en la parte anterior, sin tener en cuenta los podios. Sin pigmentación aparente una vez fijado el ejemplar. En vivo presenta una coloración rosado blanquecina translúcida, destaca en cada segmento una estrecha banda irregular blanquecina, que se desvanece a partir del setígero 30. Lóbulo prostomial más oscuro que el resto.

Prostomio ovalado, más ancho que largo y ligeramente bilobulado. Presenta dos pares de ojos sésiles bien separados entre sí, el par anterior está más desarrollado que el posterior. Un par de antenas laterales filiformes insertas por delante de los ojos anteriores, son más cortas que los palpos, aproximadamente un tercio de éstos. Palpos cónicos, robustos y con la superficie lisa. Antena media ausente. Presenta papila nugal de pequeño tamaño (Fig. 1A). Peristomio con dos pares de cirros tentaculares largos y lisos, ligeramente más cortos que los palpos, cirróforos áquetos.

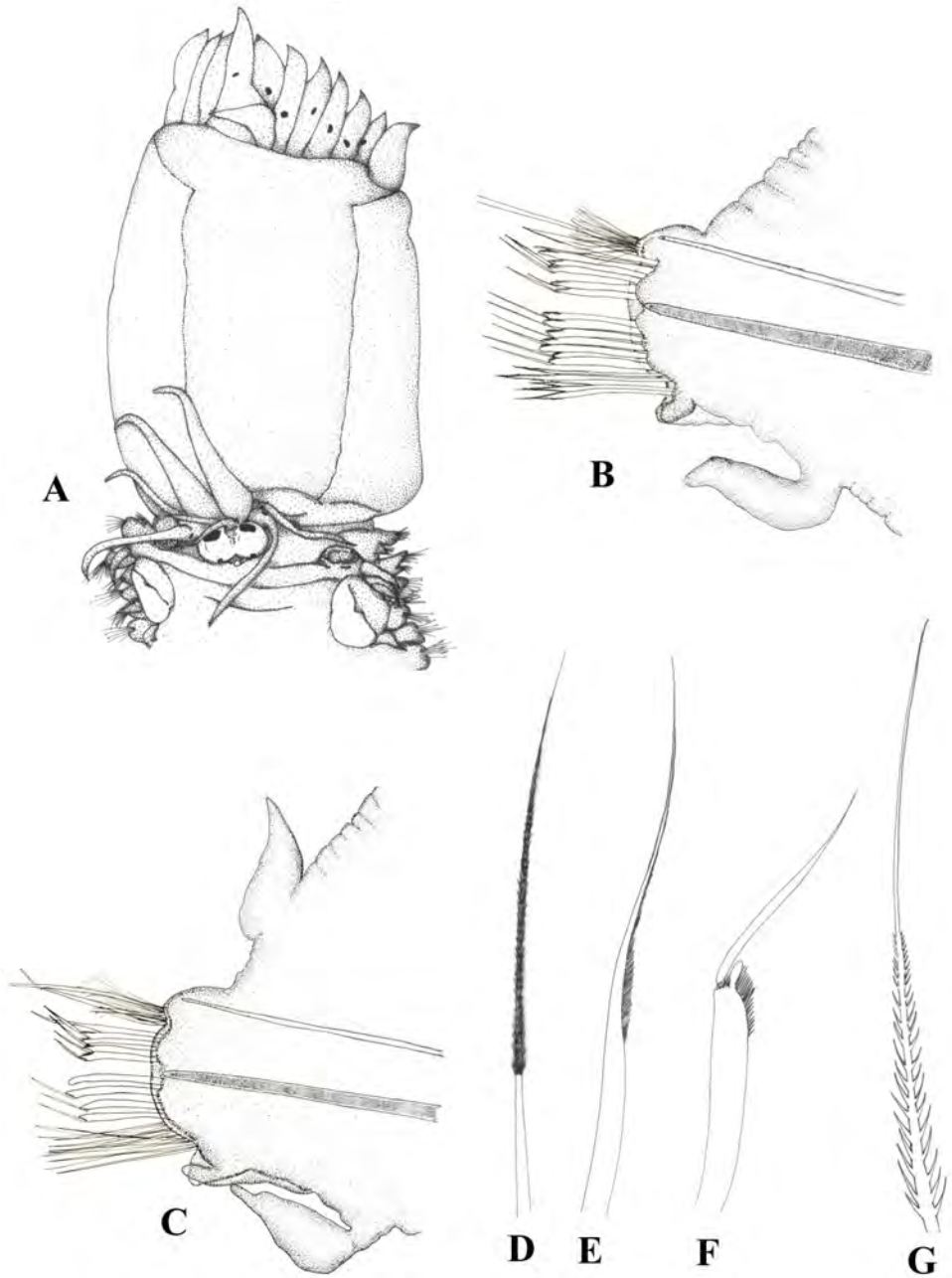


Fig. 1. *Eupanthalis kinbergi* McIntosh, 1876. A: Prostomio con la faringe evaginada, visión dorsal; B: Podio elitrígero medio; C: Podio cirrígero medio; D: Neuroseda supraacicular capilar recta; E: Neuroseda supraacicular capilar sinuosa; F: Neuroseda acicular en bayoneta; G: Neuroseda infraacicular capilar espinulosa.

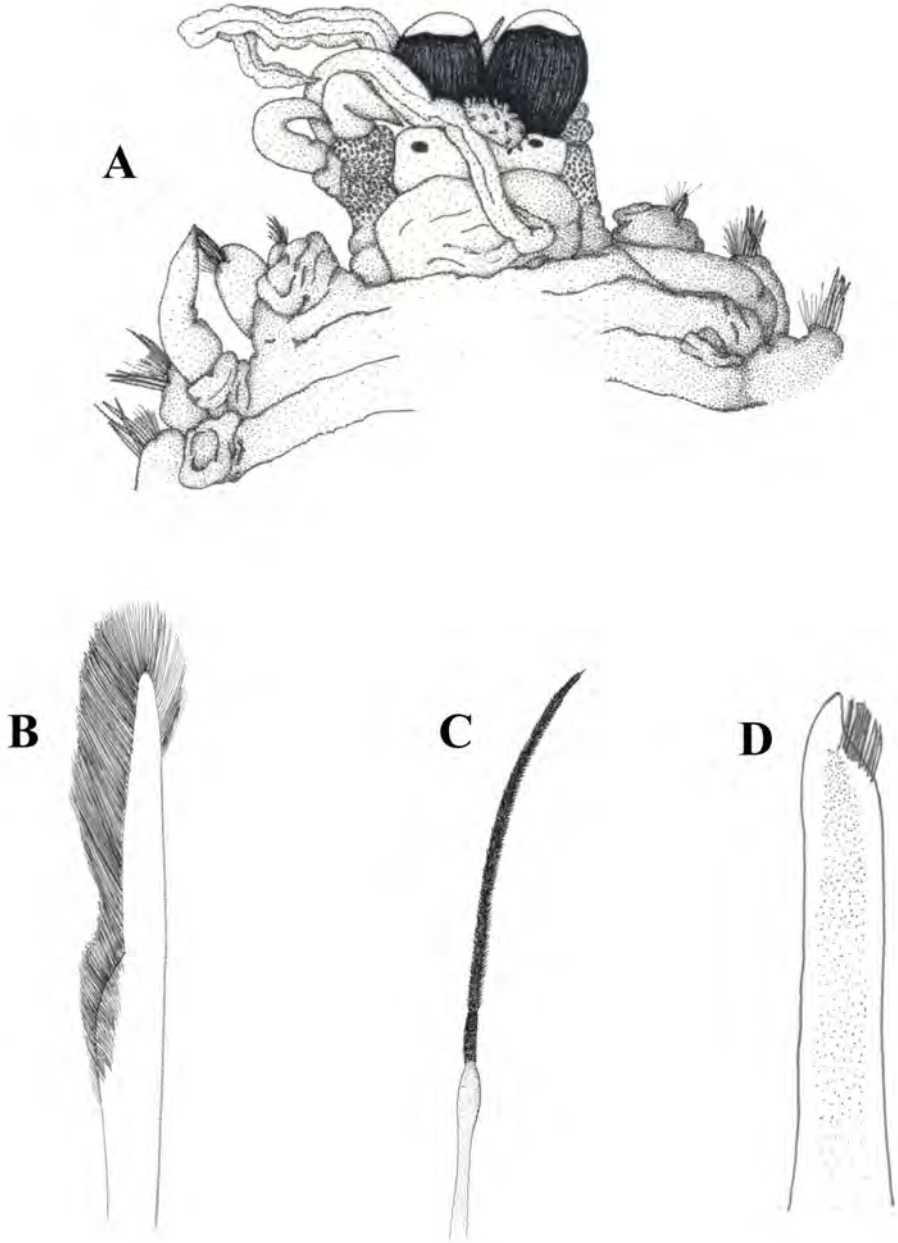


Fig. 2. A: *Polyodontes maxillosus* (Ranzani, 1817), prostomio con omatóforos, visión dorsal; B: *Eupolyodontes gulo* (Grube, 1855), neuroseda peniciliada; C: *P. maxillosus*, neuroseda capilar; D: *Euarche tubifex* Ehlers, 1887, neuroseda acicular.

Faringe robusta y larga, de longitud similar a unos 22 segmentos. Presenta una corona de 26 papilas distales, las centrales tanto en posición dorsal como ventral son las mayores. Las papilas dorsales presentan gránulos de pigmento. Dos pares de mandíbulas robustas en forma de gancho con 5 pequeños dientes en el margen.

Segmentos setíferos con podios subbirrámicos a lo largo de todo el cuerpo (Fig. 1B, C). Segmentos elitríferos con élitros delicados de pequeño tamaño, transparentes, elípticos y con bolsas laterales más desarrolladas hacia la parte posterior, haciéndose bien visible a partir del setífero 24. El primer par de élitros cubre al prostomio. Segmentos cirríferos con cirros dorsales cortos y lisos (Fig. 1C), que no alcanzan el extremo de las neurosedas, a excepción del tercer segmento que lleva el cirro dorsal más desarrollado. Cirros ventrales en todos los podios, cortos, lisos y acuminados, aunque en los tres primeros setíferos son más robustos.

El notopodio, áqueto y con la acícula reducida, forma un lóbulo presetal. A partir del noveno segmento con una glándula notopodial formadora de las fibras del tubo. Neuropodio con la acícula bien desarrollada, de color oscuro. Sedas supraaciculares de dos tipos: las superiores son capilares (4-5) con la punta muy alargada, recta la más dorsal en un podio medio y sinuosas las inferiores, todas con pilosidad (Fig. 1D, E); las inferiores son aciculares (5-4) con un artejo terminal en bayoneta y ligeramente espinulado, el mango presenta espinulación subdistal (Fig. 1F). Sedas infraaciculares de dos tipos, dispuestas en dos haces imbricados: las superiores son aciculares (8-9), de forma similar a las supraaciculares, las inferiores son capilares (30-40) con ligera espinulación apical, que se hace más aparente hacia su tercio inferior (Fig. 1G).

No se ha observado el pigidio. El tubo es de consistencia blanda, mucoso y con un entramado laxo de fibras, con abundantes adherencias de pequeños restos conchíferos sobre los que destacan fragmentos de mayor tamaño. Se encontró asociado al mismo un ejemplar del eunícido *Nematonereis unicornis* (Grube, 1840).

Observaciones: *Eupanthalis kinbergi* aunque puede ser confundido con *Euarche tubifex* Ehlers, 1839, las dos especies se diferencian claramente, ya que *E. tubifex* presenta una antena media y posee podios birrámicos en los primeros setíferos. También pueden diferenciarse por la morfología de las sedas (Figs. 1F; 2D). La descripción realizada por PETTIBONE (1989) puede llevar a confusión, pues la hizo en base a ejemplares de las dos especies (BARNICH & FIEGE, 2003).

En relación a los gránulos pigmentarios observados en las papilas de la faringe, estos podrían ser similares en su composición a los que presenta *Polyodontes maxillosus*, descritos como gránulos de azul-ultramarino, que se comporta como fosforescente en la oscuridad (Saint-Loup, 1889 in PETTIBONE, 1989).

Con frecuencia se encuentran animales asociados con especies de acoétidos, tales como entoproctos, gastrópodos, bivalvos y poliquetos. FOX & RUPPERT (1985) registran una especie de polinoio (poliqueto escamoso) en el tubo de *Polyodontes lupinus* (Stimpson, 1856).

Distribución y hábitat: Atlántico oriental, Mediterráneo y Mar Rojo. Islas Canarias: Lanzarote y Fuerteventura. En fondos fangosos, arenoso fangosos y arenosos a partir de 42 metros de profundidad.

CLAVE DE LOS ACOÉTIDOS DE CANARIAS

1. Presencia de grandes omatóforos pedunculados en el prostomio (Fig. 2A) 2
- Sin omatóforos en el prostomio y con ojos sésiles (Fig. 1A) 3
2. Neurosedas superiores finas, peniciladas (en pincel) y poco numerosas, con engrosamiento subdistal lateral espinulado (Fig. 2B) *Eupolyodontes gulo*
- Sin sedas peniciladas. Neurosedas dorsales capilares largas (Fig. 2C) y espiniscentes cortas *Polyodontes maxillosus*
3. Neurosedas del haz medio aciculares simples con pilosidad apical (Fig. 2D) *Euarche tubifex*
- Neurosedas del haz medio aciculares en bayoneta con pilosidad en la parte distal del mango (Fig. 1F) *Eupanthalis kinbergi*

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a toda la tripulación del B/O “Taliarte” su profesionalidad y el buen talante que nos demostraron durante toda la campaña realizada en aguas de Fuerteventura. A los compañeros del Departamento de Biología Animal que participaron en la misma, especialmente a Jacinto Barquín que ejerció como coordinador de la campaña. A Carlos Durán y Roxina Acuña del Centro de Investigaciones Submarinas (CIS), por la eficaz colaboración durante el desarrollo del trabajo ecocartográfico desarrollado en Lanzarote, así como a Óscar Monterroso, Rodrigo Riera y Myrian Rodríguez por toda la labor de campo y de laboratorio desarrollada durante el mencionado proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

- BARNICH, R. & D. FIEGE, 2003. The Aphroditoidea (Annelida: Polychaeta) of the Mediterranean Sea. *Abhandlungen der senckenbergischen naturforschenden gesellschaft Frankfurt am Main*, 559: 97-99
- BEESLEY, P. L., G. J. B. ROSS & C. J. GLASBY (eds.), 2000. Polychaetes & Allies: The Southern Synthesis. Vol. 4A. Polychaeta, Myzosthomida, Pogonophora, Echiura, Sipuncula. *CSIRO Publishing Melbourne*, 12: 465 pp.
- BEN-ELIAHU, M. N. & D. FIEGE, 1994. Polychaetes of the family Acoetidae (=Polyodontidae) from the Levant and the Central Mediterranean with a description of a new species of *Eupanthalis*.- In DAUVIN, J.C., L. LAUBIER & D.J. REISH (eds.): Actes de la 4ème Conférence des Polychètes. *Memories du Muséum national d’Histoire naturelle*, 162: 145-161.
- BRITO, M. C., J. NÚÑEZ & J. J. BACALLADO, 1991. Clave Taxonómica de los Poliquetos escamosos (Aphroditoidea) de Canarias. *Vieraea*, 20: 101-108.

- FOX, R.S. & E.E. RUPPERT, 1985. Shallow-water marine benthic macroinvertebrates of South Carolina, species identification, community and symbiotic associations. *The Belle W. Baruch Library in Marine Science*, 14: 1-330.
- McINTOSH, W. C. 1876. On the Annelida of the 'Porcupine' Expeditions of 1869 and 1870. Part I. Euphrosynidae, Amphinomidae, Aphroditidae, Polynoidae, Acoetidae and Sigalionidae. *Transactions of the Zoological Society London*, 9(8): 395-416.
- NÚÑEZ, J. 1990. *Anélidos Poliquetos de Canarias: Estudio sistemático de los órdenes Phyllodocida, Amphinomida y Eunicida*. Tesis Doctoral. Universidad de La Laguna: 610 pp.
- NÚÑEZ, J., M.C. BRITO & J.R. DOCOITO, 2005. Anélidos Poliquetos de Canarias: Catálogo de especies distribución y hábitats. *Vieraea*, 33: 297-321.
- PETTIBONE, M. H. 1989. Revision of the Aphroditoid Polychaetes of the Family Acoetidae Kinberg (=Polyodontidae Augener) and Reestablishment of *Acoetes* Audouin and Milne-Edwards, 1832, and *Euarche* Ehlers, 1887. *Smithsonian Contributions to Zoology*, 464: 1-138.

VIERAEA	Vol. 35	9-32	Santa Cruz de Tenerife, octubre 2007	ISSN 0210-945X
---------	---------	------	--------------------------------------	----------------

Híbridos de la familia Crassulaceae en las islas Canarias. IV

ÁNGEL BAÑARES BAUDET

Departamento de Biología Vegetal (Botánica)
Universidad de La Laguna
38271 La Laguna. Tenerife. Islas Canarias
e-mail: angelb@idecnet.com

BAÑARES BAUDET, Á. (2007). Hybrids of the family Crassulaceae in the Canary Islands. IV. *VIERAEA* 35: 9-32.

ABSTRACT: In this study, 16 new nothotaxa (7 of them previously known but invalidly published) are described. Some of them are illustrated and accompanied by distribution maps, and type material are deposited in the Herbarium TFC of the University of La Laguna. Other 17 new names (13 nothosections and 4 nothospecies) as well as 2 new combinations are proposed. Additionally, typification of *Aeonium x burchardii* and validation of the names *A. x bollei*, *A. x lemsii*, *A. x lidii*, *A. x praegeri*, *A. x sventenii* and *Aichryson x intermedium* are provided.

Key words: Crassulaceae, *Aeonium*, *Aichryson*, *Monanthes*, hybrids, taxonomy, chorology, Canary Islands.

RESUMEN: En el presente trabajo se dan a conocer 16 nuevos nototaxones (7 de ellos previamente descritos pero inválidamente publicados) habiéndose depositado los tipos en el Herbario TFC de la Universidad de La Laguna; para algunos se aporta ilustración y cartografía en cuadrículas UTM. Asimismo, se aportan 17 nombres nuevos (13 notosecciones y 4 notoespecies) y 2 nuevas combinaciones. Por último, se realiza la tipificación de *Aeonium x burchardii* y se validan los nombres *A. x bollei*, *A. x lemsii*, *A. x lidii*, *A. x praegeri*, *A. x sventenii* y *Aichryson x intermedium*.

Palabras clave: Crassulaceae, *Aeonium*, *Aichryson*, *Monanthes*, híbridos, taxonomía, corología, islas Canarias.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo constituye una cuarta contribución al conocimiento de los híbridos de la familia Crassulaceae iniciada en publicaciones anteriores (Bañares, 1986; 1990; 1996). En esta ocasión se dan a conocer nuevos nototáxones, se aborda la tipificación de híbridos inválidamente publicados a la vez que se aportan nuevos nombres y nuevas combinaciones de híbridos predescritos de los géneros *Aeonium* Webb & Berth., *Aichryson* Webb & Berth. y *Monanthes* Haworth.

Del total de 16 nototáxones descritos, 7 de ellos corresponden a híbridos ya dados a conocer por Santos (1983) y Voggenreiter (1974, 1975) para los que no se indicó *typus* (art. 37.1, 37.4) (Greuter et al., 2000) así como por Praeger (1929) pero desprovisto de descripción o diagnóstico (art. 32). En lo que a validación de nototáxones se refiere, tratamos 7 híbridos que Praeger (1925; 1929; 1932) dio a conocer con la fórmula correspondiente al nombre de los parentales, para los que Kunkel (1969; 1972), Sunding & Kunkel (1972) y Bramwell & Rowley (in Jacobsen & Rowley, 1973) aportan nuevos nombres, inválidamente publicados por no indicar *typus* o carecer de descripción latina (art. H 10.1, 36.1, 37) (Greuter et al., 2000). Este aspecto, ya denunciado por Liu (1989), Egli & Taylor (1994) y Bañares (1996), fue en buena medida solventado por Heath (1992) quien tipificó numerosos híbridos en base a los iconos aportados por el autor irlandés, dada la inexistencia de pliegos originales (art. 8.1; Greuter et al., op. cit.). Nuestra labor de tipificación se ha centrado en aquellos nototáxones no tratados por Heath y ha sido asimismo realizada mediante iconos originales a la vez que algunos mediante pliegos originales procedentes de herbarios receptores de Praeger (K, E, DBN).

Siguiendo las sugerencias del C.I.N.B., aportamos nuevos nombres para ciertos híbridos cuyos binomios se aportaron a partir de la combinación de partes de los epítetos de los parentales (art. H.10A.1) o bien fueron asimismo usados para otros nototáxones en géneros próximos o aliados (art. 23A.3.h) como es el caso de los que se tratan en el presente trabajo. Asimismo, en base a la clasificación infragenérica que seguimos del género *Aeonium* (Mes, 1995), se proponen 13 nuevos nombres en el rango de notosección, labor que sustituye en gran medida la realizada por Heath (*op. cit.*), fundamentada en una clasificación infragenérica errónea, al designar *A. smithii* Sims. como *typus* del género (Eggl & al., 1995: 177). Finalmente, la inclusión de *Greenovia* Webb & Berth. en el género *Aeonium* (Mes, op. cit.), suficientemente consensuada por autores recientes, nos obligó a actualizar la nomenclatura de algunos híbridos intergenéricos.

HÍBRIDOS ESTUDIADOS

Notoespecies

Aeonium x bollei Kunkel, Monographiae Biologicae Canariensis 3: 39 (1972)

Aeonium percarneum (R.P. Murray) Pit. & Proust x *undulatum* Webb & Berth. in Praeger, Proceedings of the Royal Irish Academy 38 B: 479 (1929)

Lectotypus (designado aquí): Proc. Royal Irish Acad. 38B: pl. XII, fig. 17 (Praeger, 1929).

Aeonium x bornmülleri Á. Bañares nothosp. nov. (Figs. 1 y 11)

Aeonium canariense (L.) Webb & Berth. var. *canariense x urbicum* (Chr. Smith ex Hornemann) Webb & Berthelot var. *urbicum*

Facies inter progenitores; caule robusto, non ramificato, 3-3,5 cm diametro. Folia spathulata vel obovata, 7-14 x 3-4,5 cm; margine ciliata et pubescente. Inflorescentia pubescente. Flores 8-9 partiti. Calice pubescente. Petalis albidis varietate coloris flava-viride.

Holotypus: In regione septentrionali insulae Nivaria (Tenerife dicta) (Valle Guerra). Lecta ab Ángel Bañares mense iunii 1998. In Herb. TFC n° 43.438 conservatus.

Porte intermedio de los progenitores; tallo robusto, no ramificado, de 3-3,5 cm de grosor. Rosetas de 10-20 cm de diámetro. Hojas espatuladas a obovadas, de 7-14 x 3-4,5 cm, de un verde claro, fuertemente matizadas de rojizo; márgen provisto de cílios y abundante pubescencia, correspondiente a ambos parentales. Inflorescencia ovado-piramidal, de 25-28 x 15 cm, provista de hojas obovadas a subespatuladas de tamaño decreciente hacia el ápice; pedúnculos glandular-pubescentes, 1-3 dicótomos, provistos de brácteas lanceoladas. Flores 8-9 partidas. Cáliz glandular-pubescente, dividido a media altura en segmentos acuminados. Pétalos linear-lanceolados, de 7-8 x 2 mm, blanco-verdosos con un débil matiz amarillento, serrulados hacia el ápice, escasamente pubescentes en la cara abaxial. Estambres de filamentos glabros a subglabros. Glándulas nectaríferas ensanchadas en la base, de ápice asimismo ensanchado y emarginado. Carpelos de 6-7 mm, blanquecinos, glabros.

Muy raro entre los progenitores en la isla de Tenerife. Observado en Valle de Guerra y altos de San Andrés, entre los 350-450 m s.m. Florece en mayo-junio.

Este híbrido está dedicado al botánico alemán Josef Bornmüller quien describió un híbrido de cultivo (*A. x exsul* Bornmüller) cuyos parentales, según Praeger (1932), podrían corresponder a éste híbrido.

Aeonium x burchardii (Praeger) Praeger pro sp., Proceedings of the Royal Irish Academy 38 B: 465 (1929).

Aeonium pseudurubicum Á. Bañares x *sedifolium* (Webb ex Bolle) Pit. & Proust. (ver Bañares, 1992).

Lectotypus (designado aquí): An Account of the Sempervivum Group: p. 176, fig. 73 (Praeger, 1932).

Aeonium x cabreræ Santos ex Á. Bañares nothosp. nov.

Aeonium diplocyclum (Webb ex Bolle) T. Mes x *spathulatum* (Hornem.) Praeger x *Greenonium cabreræ* Á. Santos, Veget. y Flora de La Palma: 184 (1983), nom. inval. (art. 37.1, 37.4)

Aeonium x cabreræ (A. Santos) Á. Bañares, Vieraea 25: 184 (1996), nom. inval. (art. 37.1)

Planta ramosa, compacta, facies inter progenitores. Rosulæ 5-9 cm diam. Foliis obovatis, 4-4,5 x 2 cm; margine hialina et pubescente sicut *A. diplocyclum*, parve ciliata in parte superiore. Inflorescentia pubescente. Floribus 11 partitis. Calice pubescente. Petala glabra. Squamis absentibus.

Holotypus: In regione occidentali insulae Junonia major (La Palma dicta) (Las Manchas, supra Gedey) ad 1000 m supra mare. Lecta ab Ángel Bañares mense iulii 1990. In Herb TFC n° 37.964 conservatus.

Aeonium x candelariense Á. Bañares nom. nov.

Aeonium aizoon (Bolle) T. Mes [*Greenovia aizoon* Bolle] x *aureum* (Chr. Sm. ex Hornemann) T. Mes [*G. aurea* (Chr. Sm. ex Hornemann) Webb & Berth.] in Praeger, Proceedings of the Royal Irish Academy 38 B: 484 (1929).

Greenovia x aureozoon Bramwell & Rowley in Jacobsen & Rowley, Nat. Cact. Succ. 3. 28/1: 5 (1973), nom. inval. (art. 37.1)

Lectotypus (designado aquí): Proc. Royal Irish Acad. 38B: t. XIV, fig. 24 (Praeger, 1929). La validación del epíteto inválido sería contraria al art. H.10A.1.

Aeonium x casanovense Á. Bañares nothosp. nov. (Figs. 2 y 11)

Aeonium sedifolium (Webb ex Bolle) Pitard & Proust x *spathulatum* (Hornemann) Praeger

Planta dense ramificata, facies similis *A. sedifolio* sed robustior. Rosulae 1-3 cm diámetro. Folia oblanceolata vel subspathulata, 1-2,5 x 0,4-0,8 cm (1,5-2 mm crassa), puberulenta et glutinosa; reversum signatum glandulis elongatis et margine tecta ciliis obtusis sicut *A. spathulato*. Flores 9-11 partiti. Calice puberulento. Petala flava.

Holotypus: In regione occidentali insulae Nivaria (Tenerife dicta) (supra Masca, Tenó). Lecta ab José G. Casanova mense maii 1997. In Herb. TFC n° 43.437 conservatus.

Planta densamente ramificada, semejante a *A. sedifolium* pero mas robusta, de 25-35 cm de alto y ancho; tallo de 6-10 mm de diámetro; ramas secundarias alternas, abundantes, de 2-3 mm de diámetro, marrón-rojizas, puberulentas y víscidas, con cicatrices foliares pequeñas, elípticas. Rosetas de 1-3 cm de diámetro, con las hojas más o menos imbricadas, globosas en estación seca. Hojas oblanceoladas a subespatuladas, de base cuneada y ápice obtuso, de 1-2,5 x 0,4-0,8 cm (1,5-2 mm de sección), verdes y a menudo intensamente teñidas de rojizo, puberulentas y víscidas, envés con glándulas elongadas como en *A. spathulatum*; márgen provisto de cilios romos en el ápice, característicos de *A. spathulatum*. Inflorescencia de 6-11 x 3-5 cm, puberulenta y pegajosa, provista de hojas semejantes a las de la roseta pero descendiendo de tamaño hacia el ápice; pedúnculos apicales cortos, de 2,5-4 cm, dicótomos, densamente puberulentos, provistos de brácteas dispersas, diminutas, lineares y 10-15 flores; pedicelos de 3-5 mm, puberulentos. Flores 9-11 partidas (capullos florales globosos). Cáliz dividido en su primer tercio basal en segmentos lanceolados a subelípticos, de 2,5-2,7 x 1,2-1,3 mm, puberulentos. Pétalos elipsoides a obovados, reflejos, de 6-7 x 2-2,5 mm, de un amarillo intenso, a veces débilmente teñidos de rojizo en la cara inferior, glabros. Estambres glabros a subglabros; anteras amarillas. Glándulas nectaríferas ausentes. Carpelos de ovarios puberulentos abaxial y adaxialmente; estilos de 2,5 mm de largo.

Muy raro entre los progenitores. Observado en una sola ocasión en las proximidades de Masca (Tenerife). Florece en abril-mayo, a menudo abundantemente y alcanzando la planta hasta 60 cm de ancho, cubriendo las flores por completo a las partes vegetativas. Este híbrido está dedicado a su recolector original, D. José García Casanova.

Aeonium x davidii Á. Bañares nom. nov.

Aeonium dodrentale (Willdenow) T. Mes [*Greenovia dodrentalis* (Willdenow) Webb & Berth.] x *spathulatum* (Hornem.) Praeger in Praeger, Proceedings of the Royal Irish Academy 38 B: 187 (1992)

≡ x *Greenonium bramwelii* Rowley ex Heath, Calyx 2(2): 59 (1992)

Lectotypus: Proc. Royal Irish Acad. 38B: pl. XV, fig. 26 (Praeger, 1929). La existencia del binomio *Aichryson x bramwelii* Kunkel nos inclinó a crear un nuevo nombre para el híbrido (art. H.10, 23A.3.h).

Aeonium x gordonii Á. Bañares nom. nov.

Aeonium dodrentale (Willdenow) T. Mes [*Greenovia dodrentalis* (Willdenow) Webb & Berthelot] x *haworthi* Salm-Dyck ex Webb & Berth. in Praeger, Proceedings of the Royal Irish Academy 38 B: 486 (1929)

≡ x *Greenonium rowleyi* Bramwell ex Heath, Calyx 2(2): 59 (1992)

Lectotypus: Proc. Royal Irish Acad. 38B: pl. XIV, fig. 25 (Praeger, 1929).

La existencia del binomio *Aeonium x rowleyi* Bramwell ex Heath nos obligó crear un nuevo nombre para este híbrido (art. H.10, 23A.3.h).

Aeonium x hernandezii Á. Bañares nothosp. nov. (Figs. 3 y 11)

Aeonium canariense (L.) Webb & Berth. var. *canariense* x *volkerii* E. Hernández & Á. Bañares

Planta ramificada; ramis 3-7 mm diámetro. Folia obovata vel obovata-spathulata, 3-8 x 1,8-4 cm; margine ciliata et pubescente. Inflorescencia laxa, pubescente; ramis pendularibus. Flores 7-8 partiti.

Holotypus: In regione septentrionali insulae Nivaria (Tenerife dicta) (Barranco del Balayo, Anaga). Lecta ab Ángel Bañares et E. Hernández mense maii 1996. In Herb. TFC n° 43.440 conservatus.

Planta ramificada desde la base, de crecimiento amplio y prostrado (en floración adopta asimismo este porte peculiar); ramas delgadas (3-7 mm), notoriamente pubescentes, con pocas (7-9) rosetas de 4-7 cm de diámetro. Hojas obovadas a obovado-espatuladas, de 3-8 x 1,8-4 cm, de un verde claro y algo teñidas hacia el márgen, pubescentes (indumento mucho menos denso y mas corto que en *A. canariense* var. *canariense*); márgen provisto de cílios gráciles, cilíndricos y escasamente ensanchados en la base que caracterizan a *A. volkerii* y abundante pubescencia de *A. canariense* var. *canariense*. Inflorescencia panicular, muy amplia y laxa, de 20-35 x 13-28 cm (las ramas floríferas, a veces ramificadas, pueden alcanzar hasta 50 cm de largo quedando a menudo prostradas en el suelo al madurar); pedúnculos (8-20), 2(3) dicótomos, de hasta 18 cm de largo, densamente pubescentes y provistos de brácteas lanceoladas, diminutas en el ápice, ciliadas y asimismo densamente pubescentes. Flores 7-8 partidas sobre pedicelos de 2-4 mm. Cáliz pubescente; segmentos mas o menos triangulares, de 2-2,3 mm de largo. Pétalos de 8,5-9,5 x 2,3-2,5 mm, blancos con débil matiz rojizo, agudos y escasamente puberulentos en la cara abaxial. Estambres débilmente puberulentos. Carpelos gabros, de estilos rosados. Glándulas nectaríferas cuadradas, a veces algo ensanchadas en el ápice, crenuladas.

Esporádico entre sus progenitores en Tenerife (Chamorra-Roque Bermejo, Barranco del Balayo, Anaga). Florece en abril-mayo. Este híbrido está dedicado a su recolector original, Efraín Hernández.

Aeonium x lambii Voggenreiter ex Á. Bañares nothosp. nov.

Aeonium aureum (Chr. Sm. ex Hornem.) T. Mes [*Greenovia aurea* (Chr. Sm. ex Hornem.) Webb & Berth.] x *spathulatum* (Hornem.) Praeger

x *Aeoniogreenovia lambii* Voggenreiter, Dissertationes Botanicae 26: 324 (1974), nom. inval., art. 37.1, 37.4

x *Greenonium lambii* (Voggenreiter) Voggenreiter, Cuadernos de Botánica Canaria 25: 15 (1975), nom. inval., art. 37.1 (non *Aeonium x lambii* Rowley, nom. inval. = *A. edgari* Heath)

Aeonium x voggenreiteri Á. Bañares, *Vieraea* 25: 192 (1996), nom inval., art. 37.1

Facies similis *A. spathulato* sed robustior. Foliis viridis, obovato-spathulatis, 2-4 x 1-1,5 cm; foliis margine hialina sicut *A. aureum*. Inflorescencia glanduloso-pubescente; bracteis ellipticis. Flores (14)16-17 partiti. Calice glanduloso-pubescente. Petala flava, lanceolata, glabra. Squamis absentibus.

Holotypus: In regione centrale insulae Nivaria (Tenerife dicta)(supra Santa Ursula, 1.600 m). Lecta ab Eduardo Carqu  mense aprilis 1993. In Herb. TFC n  37.971 conservatus.

Aeonium x laxiflorum (J.M. Macarrón &  . Bañares)  . Bañares comb. nov.

Aeonium decorum Webb ex Bolle x *diplocyclum* (Webb ex Bolle) T. Mes [*Greenovia diplocycla* Webb ex Bolle].

  x *Greenonium laxiflorum* J.M. Macarrón &  . Bañares, *Vieraea* 18: 71 (1990)

Aeonium x lemsii Kunkel, *Monographiae Biologicae Canariensis* 3: 40 (1972)

Aeonium canariense (L.) Webb & Berth. var. *virginium* (Webb ex Christ) H.-Y. Liu [*A. virginium* Webb ex Christ] x *percarneum* (R.P. Murray) Pit. & Proust in Praeger, *Proceedings of the Royal Irish Academy* 38 B: 479 (1929)

Lectotypus (designado aquí): *Proc. Royal Irish Acad.* 38B: pl. XII, fig. 19 (Praeger, 1929).

Aeonium x lidii Sunding & Kunkel, *Cuadernos de Botánica Canaria XIV/XV*: 49 (1972)

Aeonium percarneum (R.P. Murray) Pit. & Proust x *simsii* (Sweet) Stearn [*A. caespitosum* (Chr. Sm.) Webb & Berth.] in Praeger, *Proceedings of the Royal Irish Academy* 38 B: 466 (1929)

Lectotypus (designado aquí): *Proc. Royal Irish Acad.* 38B: pl. IX, fig. 2 (Praeger, 1929). Inv lidamente tipificado por Sunding & Kunkel (1972) (art. 8,9)

Aeonium x meridionale  . Bañares ex  . Bañares nothosp. nov.

Aeonium davidbramwellii Ho-Yih Liu x *spathulatum* (Hornem.) Praeger

Aeonium spathulatum x ciliatum in Santos, *Vegetación y Flora de La Palma*: 181 (1983) nom. inval., art. 37.1, 37.4

Aeonium x meridionalis  . Bañares, *Vieraea* 18: 68 (1990), nom inval., art. 37.1

Facies similis *A. spathulato* sed robustior. Planta ramosa. Foliis spathulatis, 4-6,5 x 1,5-2,8 cm, margine tecta ciliis robustis, reversum signatum glandulis elongatis. Inflorescentia subglobosa, pubescente.

Holotypus: In regione meridionali insulae Junonia major (La Palma dicta)(Las Manchas, 500 m). Lecta ab  ngel Bañares mense aprilis 1993. In Herb. TFC n  37.975 conservatus.

Aeonium x occidentale  . Bañares ex  . Bañares, nothosp. nov.

Aeonium goochiae Webb & Berth. x *sedifolium* (Webb ex Bolle) Pit. & Proust.

Aeonium sedifolium x goochiae in Santos, *Vegetación y Flora de La Palma*: 181 (1983), nom. inval., art. 37.1, 37.4

Aeonium x occidentale  . Bañares, *Vieraea* 18: 68 (1990), nom. inval., art. 37.1

Facies similis *A. sedifolio* sed robustior. Rosulae usque 4 cm diam. Ramis 3-5 mm diam. Foliis oblanceolatis, 2-3 x 1 cm, 4-5 mm crassis, dense glanduloso-pubescentibus,

glutinosus et maculatis rubescentibus. Inflorescentia laxa, glanduloso-pubescente, subcorymbosa, 45 floribus, 7-8 partitis. Calice glanduloso-pubescente. Petalis luteo-albidis.

Holotypus: In regione occidentale insulae Junonia major (La Palma dicta) (El Time). Lecta ab Ángel Bañares et Manuel Nogales mense martii 1980. In Herb. TFC n° 19.936 conservatus.

Aeonium x praegeri Kunkel, Cuadernos de Botánica Canaria 5: 50 (1969)

Aeonium simsii (Sweet) Stearn [*caespitosum* (Chr. Sm.) Webb & Berth.] x *undulatum* Webb & Berth. in Praeger, Proceedings of the Royal Irish Academy 38 B: 467 (1929).

Lectotypus (designado aquí): Proc. Royal Irish Acad. 38B: pl. IX, fig. 3 (Praeger, 1929).

Aeonium x proliferum Á. Bañares nothosp. nov. (Figs. 4 y 11)

Aeonium davidbramwellii Ho-Yih Liu x *hierrense* (R.P. Murray) Pit. & Proust

Planta monocarpica. Rosulae usque 20 cm diámetro. Folia obovata, 7-9 x 3-4 cm, puberulenta; margine ciliata et parve pubescente. Inflorescentia pubescente. Flores 7-8 partiti.

Holotypus: In regione meridionali insulae Junonia major (La Palma dicta) (Gedey). Lecta ab Ángel Bañares mense maii 1997. In Herb. TFC n° 43.439 conservatus.

Planta monocárpica de porte semejante a *A. hierrense*, de hasta 60 cm de alto en floración; tallo grueso, de hasta 3 cm de diámetro, corteza lisa o escasamente fisurada en la base, cicatrices foliares estrechamente elipsoides de 7-10 mm de ancho y 1-2,5 mm de alto. Rosetas de hasta 20 cm de diámetro. Hojas obovadas, de 7-9 x 3-4 cm (3-4 mm de sección en la mitad de la lámina), glaucas y a menudo con matices rosados (especialmente en la floración), apiculadas, puberulentas (indumento semejante a *A. davidbramwellii*, pero menos abundante y mas corto); márgen con cílios gruesos y erectos (tricomas cónicos de aprox. 0,5 mm de largo y ancho, alternando con una débil pubescencia). Inflorescencia de 25-35 cm de alto y ancho, pubescente; pedúnculos de 4-17 cm de largo, 2-dicótomos, provistos de brácteas pubescentes lanceoladas, de tamaño decreciente hacia el ápice y provistos de 10-70 flores; pedicelos pubescentes, de 1,5-4 mm de largo. Flores de aprox. 1,7 cm de diámetro, 7-8 partidas. Cáliz de 4-5 mm de diámetro, pubescente, dividido a media altura en segmentos triangulares de 2,3-3,2 mm de alto y 1,5-2 mm de ancho. Pétalos lanceolados, elongados de 8-10 x 2,2-2,5 mm, blancos y teñidos de rojizo hacia la parte central, enteros, elongados, acuminados, puberulentos en la cara abaxial. Estambres de 5-6,5 mm (epipétalos) y 7-8,5 mm (episépalos), glabros; antenas blanco crema. Glándulas nectaríferas cuadradas, ensanchadas, de 0,5 mm de alto y 0,8-1,1 mm de ancho, algo erosas en el ápice. Carpelos pubescentes en la cara adaxial; estilos rosados.

Híbrido abundante y de amplia distribución junto a los parentales en la isla de La Palma con los que convive prácticamente en todas las localidades donde se encuentran y de los que se diferencia básicamente por su carácter no ramificado y de hojas puberulentas. Los parentales dan lugar asimismo a otro híbrido, nothovar. *glabrifolium* (ramificado y de hojas totalmente glabras), lo cual dificulta enormemente la identificación de las formas puras de *A. hierrense* (no ramificado y de hojas glabras) y *A. davidbramwellii* (ramificado y de hojas puberulentas). Florece en abril-mayo.

Aeonium x proliferum Á. Bañares nothovar. *glabrifolium* Á. Bañares nothovar. nov. (Figs. 5 y 11)

A nothovarietate typica habitu ramificata, ramis 1,5-2 cm diametro. Folia oblanceolata, 9-13,5 x 2,5-3,5 cm, glabra.

Holotypus: In regione meridionali insulae Junonia major (La Palma dicta) (circa Montaña Teneguía). Lecta ab Ángel Bañares mense aprilis 1996. In Herb. TFC n° 43.441 conservatus.

Difiere de la nothovar. *proliferum* por su porte ramificado, semejante a *A. davidbramwelii*; ramas secundarias de 1,5-2 cm de diámetro. Hojas oblanceoladas, de 9-13,5 x 2,5-3,5 cm (3 mm de sección en la mitad de la lámina), totalmente glabras. Inflorescencia de tamaño reducido, de 12-18 cm de alto y ancho. Estambres puberulentos.

Describimos este híbrido en el rango notovarietal en aplicación al art. H.12. Es abundante y de amplia distribución como la notovarietad típica, viviendo junto a los parentales en La Palma. Florece en marzo-abril.

Aeonium x rios-jordanae (Á. Bañares) Á. Bañares comb. nov.

Aeonium aureum (Chr. Sm. ex Hornem.) T. Mes [*Greenovia aurea* (Chr. Sm. ex Hornem.) Webb & Berth.] x *simsii* (Sweet) Stearn

≡ x *Greenonium riosjordanii* Á. Bañares, Vieraea 18: 71-72 (1990).

Aeonium x robustum Á. Bañares nothosp. nov. (Figs. 6 y 11)

Aeonium davidbramwelii Ho-Yih Liu x *nobile* (Praeger) Praeger

Facies inter progenitores; caulis usque 3,5 cm diametro. Rosulae usque 25 cm diametro. Folia obovata, 7-15 x 5-7 cm, 6-8 mm crassa, puberulenta vel glabrescente; margine tecta ciliis robustis in base alternatis rare pubescente. Inflorescentia pubescente. Flores (6)7-8 partiti. Calice pubescente. Petalis albido-rubescens.

Holotypus: In regione occidentali insulae Junonia major (La Palma dicta) (circa Tijarafe). Lecta ab Ángel Bañares et O. Bermúdez mense maii 2001. In Herb. TFC n° 43.436 conservatus.

Planta robusta, de hasta 70 cm de alto en floración, porte intermedio de los progenitores, ramificada; tallo grueso, de hasta 3,5 cm de diámetro, corteza lisa. Rosetas de hasta 25 cm de diámetro. Hojas obovadas, de 7-15 x 5-7 cm (6-8 mm de sección en la mitad de la lámina), verdes a subglaucas, a menudo matizadas de rojizo, débilmente apiculadas, puberulentas a glabrescentes; margen con cílios cónicos, de base gruesa (escasos en las hojas más desarrolladas), erectos o curvados, alternando con una débil pubescencia. Inflorescencia de 25-30 cm de alto y ancho, pubescente; pedúnculos de 10-20 cm, 2-3 dicótomos, provistos de brácteas lanceoladas de tamaño decreciente hacia el ápice y de 25-110 flores, pedicelos de 2-4 mm, asimismo pubescentes. Flores de aprox. 1,5 cm de diámetro, (6)7-8 partidas. Cáliz de 5-6 mm de diámetro, dividido a media altura en segmentos elongado-trianguulares de 2,5-3 mm de alto y 1,5 mm de ancho, pubescente. Pétalos lanceolados, de 7-8 x 2 mm, de color crema y fuertemente matizados de rojo, puberulentos abaxialmente y en el margen. Estambres de 5 mm (epipétalos) y 7-8 mm (episépalos), puberulentos a glabrescentes; filamentos blancos, a menudo matizados de rojizo; anteras amarillas. Glándulas nectaríferas cuadradas y algo emarginadas en el ápice, de 1 mm de ancho y 0,6 mm de alto. Carpelos de 6-7 mm de largo, puberulentos en la cara adaxial, blancos y matizados de rojizo especialmente los estilos.

Esporádico entre los progenitores en la isla de La Palma (ceranías de Tijarafe, El Time, Montaña del Mago en los volcanes de Teneguía). Florece en mayo. Se diferencia de

A. x splendens Bramwell & Rowley ex Heath [*A. hierrense* (R.P. Murray) Pitard & Proust x *nobile* (Praeger) Praeger] básicamente por su porte mas robusto y ramificado.

Aeonium x septentrionale Á. Bañares & C. Ríos nothosp. nov. (Figs. 7 y 11)

Aeonium aureum (Chr. Sm. ex Hornem.) T. Mes x *undulatum* Webb & Berth.

Facies similis *A. undulatum* sed minoribus; caulis usque 4 cm diametro, basi ramificata. Folia obovato-spathulata, 7,5-11 x 2,5-4 cm; margine hialina sicut *A. aureum* tecta ciliis 0,25-0,35 mm. Inflorescencia glabra vel parve pubescente ad partem apicalem. Flores 13-15 partiti. Cáliz glaber. Petala flava. Squama hypoginae quadratae.

Holotypus: In regione septentrionali insulae Canaria Magna (Gran Canaria dicta) (Tenteniguada). Lecta ab Carlos Ríos mense maii 1986. In Herb. TFC n° 43.444 conservatus.

Porte semejante a *A. undulatum* de reducidas dimensiones; tallo robusto, de 2-4 cm de diámetro, provisto de pequeños brotes basales como en *A. undulatum* y raíces aéreas. Rosetas típicamente aplastadas en época estival como en *A. undulatum* y erectas en época de desarrollo vegetativo, de 13-16 cm. Hojas obovado-espátuladas, de 7,5-11 x 2,5-4 cm, de un verde claro y a menudo con tinciones rojizas longitudinales en el haz y envés, acuminadas y algo onduladas; márgen delgado e hialino (como en *A. aureum*) sobre el que aparecen pequeños cílios curvos de base engrosada y reducido tamaño (0,25-0,35 mm), ápice acuminado. Inflorescencia mas o menos cónica, de 10-14 cm de alto y ancho, glabra, aunque débilmente pubescente hacia la parte apical; ejes provistos de numerosas hojas semejantes a las de la roseta aunque menos ensanchadas, que disminuyen de tamaño hacia el ápice; pedúnculos 1-3 dicótomos, provistos de brácteas lanceoladas y 25-40 flores en el ápice, sobre pedicelos puberulentos de 4-6 mm. Flores 13-15 partidas, de 1,7-2 cm de diámetro; primordios florales subesféricos (como en *A. aureum*). Cáliz glabro, dividido a media altura en segmentos lanceolados, acuminados. Pétalos estrechamente oblanceolados y algo retusos en el ápice (como en *A. undulatum*), de 8-9 x 1,8-2 mm, amarillos. Estambres de aprox. 6 mm, amarillos. Glándulas nectaríferas cuadradas o algo ensanchados en el ápice, de 0,4 x 0,4-0,5 mm. Carpelos glabros; ovarios estrechamente adheridos casi toda su longitud formando un receptáculo central (como en *A. aureum*).

Rarísimo, sólo detectado en una ocasión viviendo entre los progenitores en Gran Canaria (Tenteniguada). Florece en abril.

Aeonium x sventenii Kunkel, Monographie Biologicae Canariensis 3: 40 (1972)

Aeonium arboreum (L.) Webb & Berth. var. *arboreum* [*manriqueorum* Bolle] x *simsii* (Sweet) Stearn [*caespitosum* (Chr. Sm.) Webb & Berth.] in Praeger, Proceedings of the Royal Irish Academy 38 B: 446 (1929).

Lectotypus (designado aquí): Proc. Royal Irish Acad. 38B: pl. IX, fig. 1 (Praeger 1929).

Aeonium x tahodiense Á. Bañares nom. nov.

Aeonium canariense (L.) Webb & Berth. var. *canariense* x *cuneatum* Webb & Berth. in Praeger, Proceedings of the Royal Irish Academy 38 B: 467 (1929).

≡ *Aeonium x bramweli* Rowley ex Heath, Calyx 2(2): 56 (1992).

Lectotypus: Proc. Royal Irish Acad. 38B: pl. IX, fig. 4 (Praeger, 1929). La existencia del binomio *Aichryson x bramweli* Kunkel nos inclinó a crear un nuevo nombre para el híbrido (art. H.10, 23A.3.h).

Aeonium x tijarafense A. Santos ex Á. Bañares nothosp. nov.

Aeonium davidbramwelii Ho-Yih Liu x *diplocyclum* (Webb ex Bolle) T. Mes

x *Greenonium tijarafensis* A. Santos, Vegetación y Flora de La Palma: 184 (1983), nom. inval., art. 37.1, 37.4

Aeonium x tijarafense (A. Santos) Á. Bañares, Vieraea 25: 190 (1996), nom. inval., art. 37.1

Facies inter progenitores. Planta ramosa. Rosulae 15-20 cm diam. Foliis spathulatis, maculatis rubescentibus in parte inferiore; margine ciliata et pubescente. Inflorescencia subpyramidalis. Flores 12-13 partiti. Calice pubescente. Petala flava, sublinearia.

Holotypus: In regione occidentale insulae Junonia major (La Palma dicta) (circa Tijarafe, 600 m). Lecta ab Ángel Bañares mense aprilis 1993. In Herb. TFC n° 37.967 conservatus.

Aeonium x timense Á. Bañares & J.M. Macarrón ex Á. Bañares nothosp. nov.

Aeonium canariense (L.) Webb & Berth. var. *palmense* (Webb ex Christ) H.-Y. Liu x *nobile* (Praeger) Praeger

Aeonium nobile x palmense in Santos, Vegetación y Flora de La Palma: 177 (1983), nom. inval., art. 37.1, 37.4

Aeonium x timensis Á. Bañares & J.M. Macarrón, Vieraea 18: 68 (1990), nom. inval., art. 37.1

Facies inter progenitores. Caule usque 10-15 cm alt. et 2,5 cm diam., nonnunquam ramificata. Rosulae 20-30 cm diam. Foliis spathulatis, 6-8 mm crassis, pubescentibus; margine pubescente tecta raris ciliis. Inflorescencia subpyramidalis, pubescente. Petalis auratis. Carpella rubescente.

Holotypus: In regione occidentale insulae Junonia major (La Palma dicta) (circa Tijarafe). Lecta ab Ángel Bañares mense maii 2003. In Herb. TFC n° 43.420 conservatus.

Aichryson x azuajei Á. Bañares nothosp. nov.

Aichryson laxum (Haworth) Bramwell [*dichotomum* (DC) Webb & Berth.] x *porphyrogennetos* Bolle in Praeger, Proceedings of the Royal Irish Academy 38 B: 462 (1929), nom. inval. (art. 32)

Aichryson x praegeri G. Kunkel, Monogr. Biol. Canariensis 3: 40, nom. inval. (art. 36.1, 37.1)

Facies inter progenitores. Foliis similis *A. porphyrogennetos*, glanduloso-pubescentibus [piliis 0,3-0,8(1) mm]; margine non papiloso. Flores similis *A. laxum* sed 8-9 (10) partiti. Petalis glabrescentibus, acuminatis, 4,2-4,5 x 0,9-1 mm.

Holotypus: In regione septentrionali insulae Canaria Magna (Gran Canaria dicta) (Barranco de Azuaje) ad 400 m supra mare. Lecta ab Ángel Bañares et Aurelio Acevedo mense iunii 2002. In Herb. TFC n° 43.418 conservatus.

Aichryson x intermedium Bramwell & Rowley in Jacobsen & Rowley, National Cactus & Succulent Journal 28/1: 5 (1973)

Aichryson laxum (Haworth) Bramwell [*A. dichotomum* (DC) Webb & Berth.] x *punctatum* (Chr.Sm. ex Link) Webb & Berth in Praeger, Proceedings of the Royal Irish Academy 38 B: 462 (1929)

Porte de *A. punctatum* pero mas robusto (15-23 cm de alto) y pubescente, simple o poco ramificado. Tallo glandular-pubescente en la parte apical, glabrescente hacia la base

(indumento disperso pero muy notorio, semejante al de *A. laxum*). Hojas de un verde oscuro y a menudo matizadas de rojizo, glandular-pubescentes (indumento disperso pero muy patente, de 0,5-1 mm de largo); lámina romboidal, de 1,5-2 cm de largo y ancho; márgen provisto de papilas dispersas y escasamente festoneado de negro. Inflorescencia en panícula compacta, densamente glandular-pubescente; pedúnculos dicótomos provistos de 10-13 flores. Flores 8-11 partidas; pedicelos de 3-5 mm. Cáliz de segmentos sublineares (semejantes a los de *A. laxum*), de 2,7 x 1 mm aproximadamente, densamente glandular-pubescentes. Pétalos lanceolados, acuminados, glandular-pubescentes en el envés, de 4-5 x 1,3-1,7 mm, sobrepasando del cáliz aproximadamente la mitad de su longitud. Carpelos densamente glandular-pubescentes en la cara adaxial. (Fig. 8).

Lectotypus (designado aquí): "Barranco de Añavingo, Arafo. Tenerife 4. 28".
Praeger: K! s/n

Relativamente raro entre los progenitores. Citado para La Palma (Canal de Marcos y Corderos) y El Hierro (cercañas de El Derrabado) (Bañares, 1990). Observado también con cierta frecuencia en Tenerife [cercañas de Cruz del Castaño y Chanajiga (Los Realejos, 800-900 m). En estado vegetativo, este híbrido se diferencia claramente de *A. laxum* por su porte notorio de *A. punctatum* provisto de pubescencia, hojas romboidales (mas anchas en el centro), provistas de papilas en el márgen y asimismo de festones negros (mas patentes en ejemplares jóvenes).

Monanthes x filifolium Á. Bañares nothosp. nov. (Figs. 9 y 11)

Monanthes anagensis Praeger x *brachycaulos* (Webb & Berth.) Lowe

Facies similis *M. anagemsem*, sed minoribus. Folia alterna, elliptica, 12-20 x 3-5 mm, 2-3,5 mm crassa, glabra. Inflorescentia terminalis, parve ramificata; pedunculi puberulentis (sicut *M. brachycaulos*) vel glabrescentis; pedicelli puberulentis vel pubescentis. Flores 6-7 partiti. Calice pubescente.

Holotypus: In regione septentrionali insulae Nivaria (Tenerife dicta) (circa Chinamada, Anaga). Lecta ab Ángel Bañares et O. Bermúdez mense maii 2001. In Herb. TFC n° 43.435 conservatus.

Porte de *M. anagensis* pero mucho menos robusto; ejes erectos, de 2-3 mm de diámetro, poco ramificados y provistos de estolones a menudo prostrados en el sustrato, produciendo raíces adventicias. Hojas alternas, estrechamente elípticas y agudas, de 12-20 x 3-5 mm (2-3,5 mm de sección) con tendencia a agruparse en rosetas terminales, de un verde claro con matices marrón-rojizos en el haz, glabras. Inflorescencia terminal en cima escasamente ramificada, más abundante y densa que en *M. anagensis*; pedúnculos puberulentos (como en *M. brachycaulos*), raramente glabrescentes, provistos de brácteas de morfología semejante a la de las hojas pero disminuyendo de tamaño hacia el ápice y 6-10 flores; pedicelos de 6-13 mm, enteramente puberulentos a glandular-pubescentes (indumento algo menos denso que en *M. brachycaulos*). Flores 6-7 partidas, de 7-9 mm de diámetro. Cáliz puberulento a glandular-pubescente (menos densamente que en *M. brachycaulos*), dividido en el primer tercio en segmentos elongado-trianguulares, agudos, de 2,3-2,5 x 1,2-1,3 mm, papilosos. Pétalos lanceolados, de 4-5 x 1,2-1,3 mm, blanco-verdosos con matíces rojizos, acuminados, glabros a glabriúsculos. Estambres y carpelos glabros. Glándulas nectaríferas pediceladas, bilobadas, de 1,5-1,9 x 1,8-2 mm, de ápice emarginado a obcordado.

Muy raro entre los progenitores. Solamente observado en cercañas de Chinamada (Anaga, Tenerife). Florece en mayo.

Monanthes x subglabrata Á. Bañares nothosp. nov. (Figs. 10 y 11)

Monanthes brachycaulos (Webb & Berth.) R.P. Lowe x *minima* (Bolle) Christ

Facies similis *M. brachycaulos*, sed puberulentibus. Planta non ramificata vel leviter ramificata. Rosulae 1-2 cm diámetro; axis subcylindricus. Folia alterna, spatulata, leviter puberulenta; margine papilloso in parte superiore. Inflorescentia pubescente. Flores 6-7 partiti. Calice pubescente, parve papilloso.

Holotypus: In regione septentrionali insulae Nivaria (Tenerife dicta) (Barranco de Valle Brosque, Anaga). Lecta ab Ángel Bañares mense aprilis 1999. In Herb. TFC n° 43.442 conservatus.

Planta arrosutada simple o provista de 2 o 3 rosetas laterales; rosetas de 1-2 cm de diámetro con ejes erectos, globulares, subcilíndricos o ensanchados hacia el ápice, de 4-10 x 4-7 mm. Hojas alternas, de morfología intermedia de los progenitores, espatuladas con el ápice agudo o redondeado y base atenuada, elongada y filiforme, generalmente algo teñidas de rojizo, puberulentas en toda su longitud aunque mas notoriamente hacia la base (indumento mucho menos denso y mas corto que en *M. minima*, de aproximadamente 0,1 mm), provistas de papilas en el ápice, mas notorias y abundantes que en *M. minima*. Ejes floríferos de 10-25 mm, generalmente simples y provistos de hojas alternas o arrosutadas, obovadas, glandular-pubescentes. Inflorescencia densamente glandular-pubescente, ramificada y provista de 3-8 flores sobre pedicelos de 0,5-1 cm. Flores 6-7 partidas. Cáliz con segmentos ovados, de 1,8-2 x 1 mm, acuminados, densamente glandular-pubescentes y algo papilosos abaxialmente. Pétalos linear-lanceolados, de 3-3,5 x 0,5-0,7 mm, blanco-verdosos y teñidos de rojizo, acuminados a mucronados, débilmente pubescentes en la cara abaxial. Estambres blanco-rojizos. Glándulas nectaríferas flabeliformes, bilobadas, de 1-1,5 mm de largo y ancho, de ápice emarginado, márgen eroso y base truncada. Carpelos glabros.

Raro entre los progenitores. Observado en el Barranco de Valle Brosque (Anaga, Tenerife). Florece en marzo.

Notosecciones

Aeonium nsect. ***Aeonicanariensia*** Á. Bañares nom. nov. [*Aeonium* Webb & Berth. secc. *Aeonium* x *Aeonium* secc. *Canariensia* Christ) Praeger]

Aeonium nsect. ***Aeonigreenovia*** Á. Bañares nom. nov. [*Aeonium* Webb & Berth. secc. *Aeonium* x *Aeonium* secc. *Greenovia* (Webb & Berth.) T. Mes]

Aeonium nsect. ***Canarigoochiaie*** Á. Bañares nom. nov. [*Aeonium* Webb & Berth. secc. *Canariensia* (Christ) Praeger x *Aeonium* secc. *Goochiaie* (Christ) Praeger]

Aeonium nsect. ***Chrysaonium*** Á. Bañares nom. nov. [*Aeonium* Webb & Berth. secc. *Aeonium* x *Aeonium* secc. *Chrysocome* Webb ex Christ]

Aeonium nsect. ***Chrysgreenovia*** Á. Bañares nom. nov. [*Aeonium* Webb & Berth. secc. *Chrysocome* Webb ex Christ x *Aeonium* secc. *Greenovia* (Webb & Berth.) T. Mes]

Aeonium nsect. ***Chrysoleuconium*** Á. Bañares nom. nov. [*Aeonium* Webb & Berth. secc. *Chrysocome* Webb ex Christ x *Aeonium* secc. *Leuconium* A. Berger.]

Aeonium nsect. ***Leucogoochiaie*** Á. Bañares nom. nov. [*Aeonium* Webb & Berth. secc. *Goochiaie* (Christ) Praeger x *Aeonium* secc. *Leuconium* A. Berger]

Aeonium nsect. ***Leucogreenovia*** Á. Bañares nom. nov. [*Aeonium* Webb & Berth. secc. *Greenovia* (Webb & Berth.) T. Mes x *Aeonium* secc. *Leuconium* A. Berger]

Aeonium nsect. ***Leuconiaeonium*** Á. Bañares, nom. nov. [*Aeonium* Webb & Berth. secc. *Aeonium* x *Aeonium* secc. *Leuconium* A. Berger]

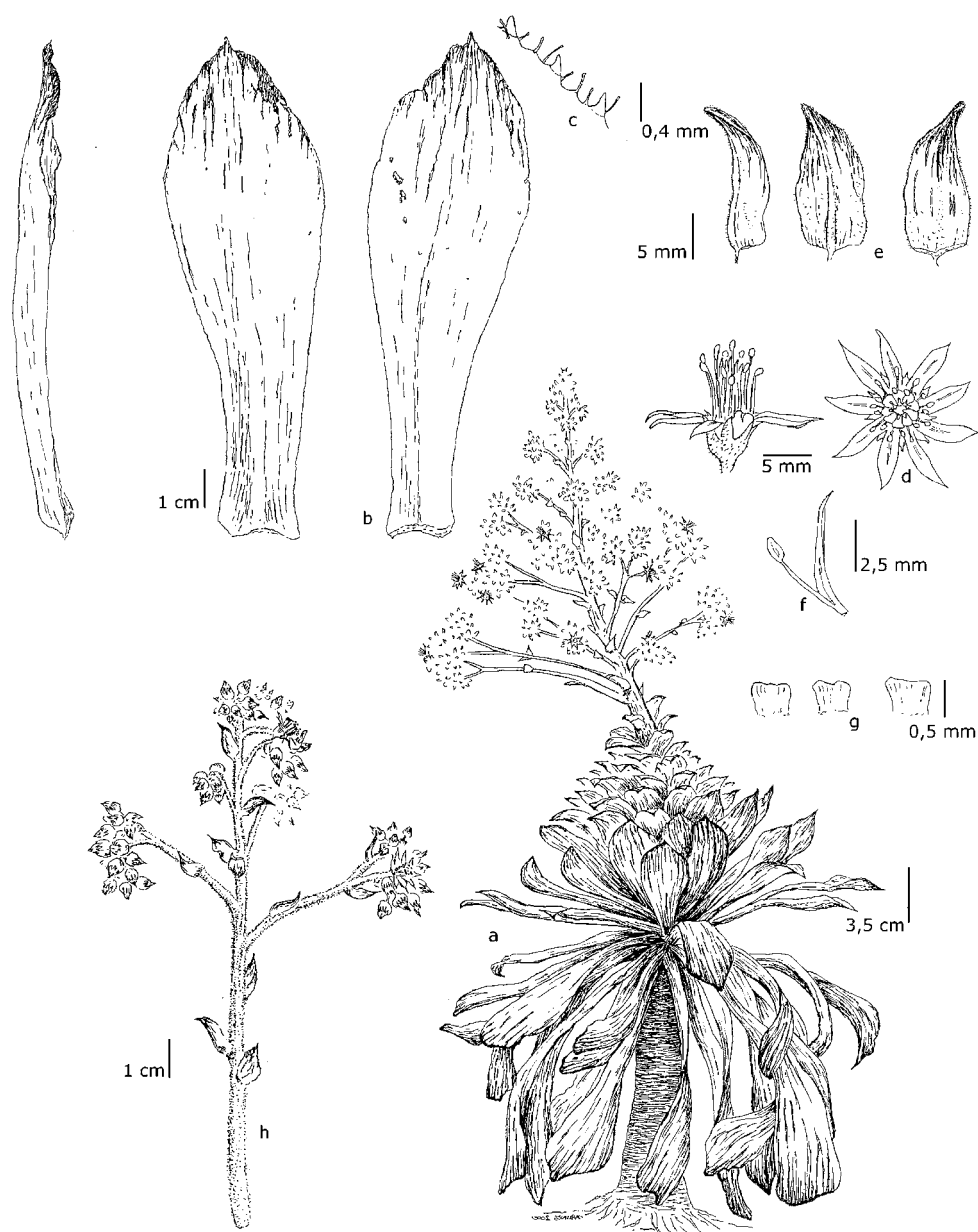


Fig. 1.-*Aeonium x bornmülleri* Á. Bañares nothosp. nov.: a) planta adulta, b) hojas, c) margen foliar, d) flores, e) brácteas de la inflorescencia, f) pétalo y estambre, g) glándulas nectaríferas, h) pedúnculo de la inflorescencia.

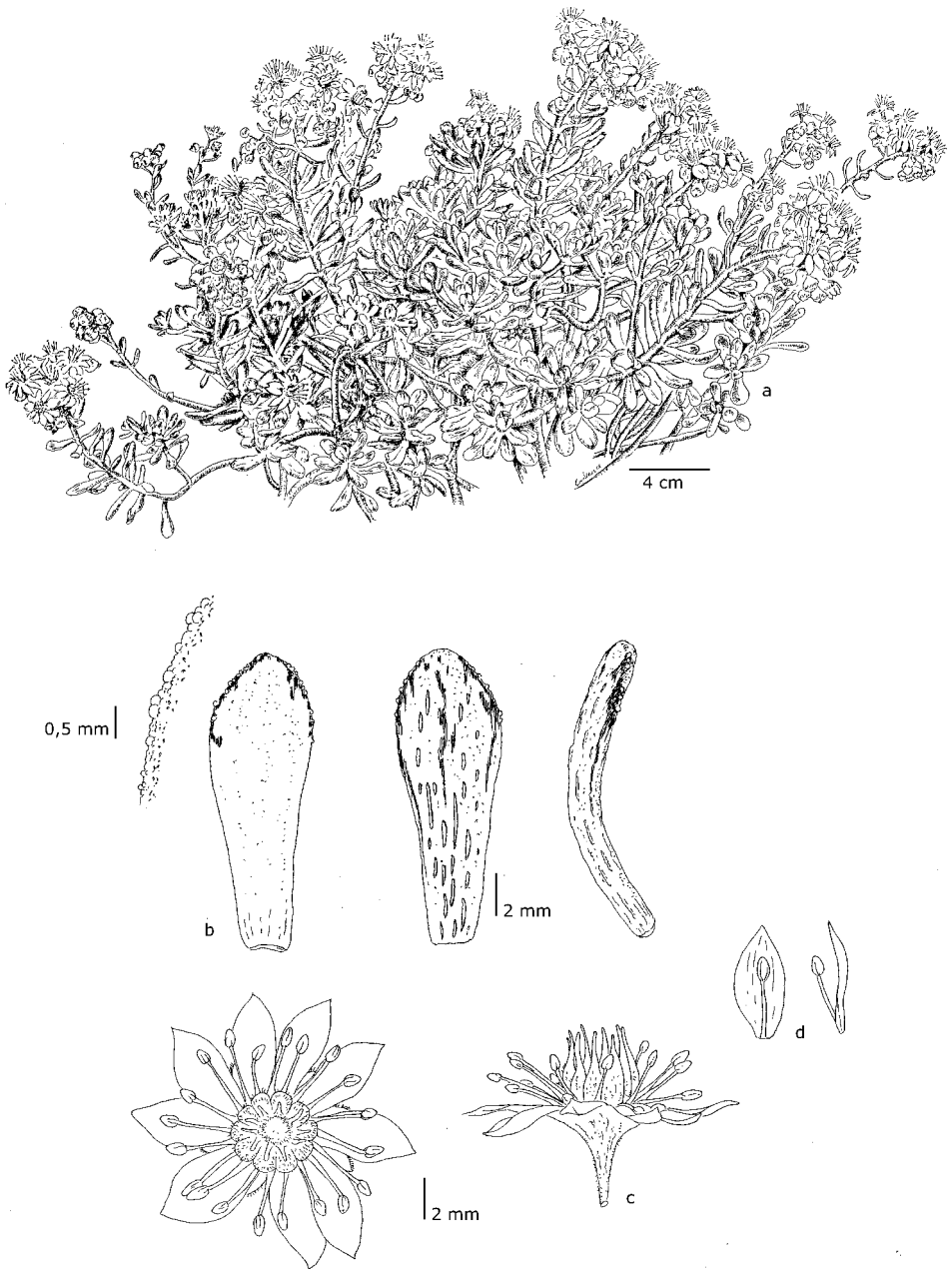


Fig. 2.- *Aeonium x casanovense* Á. Bañares nothosp. nov.: a) planta adulta, b) hojas, c) flores, d) pétalo y estambre.

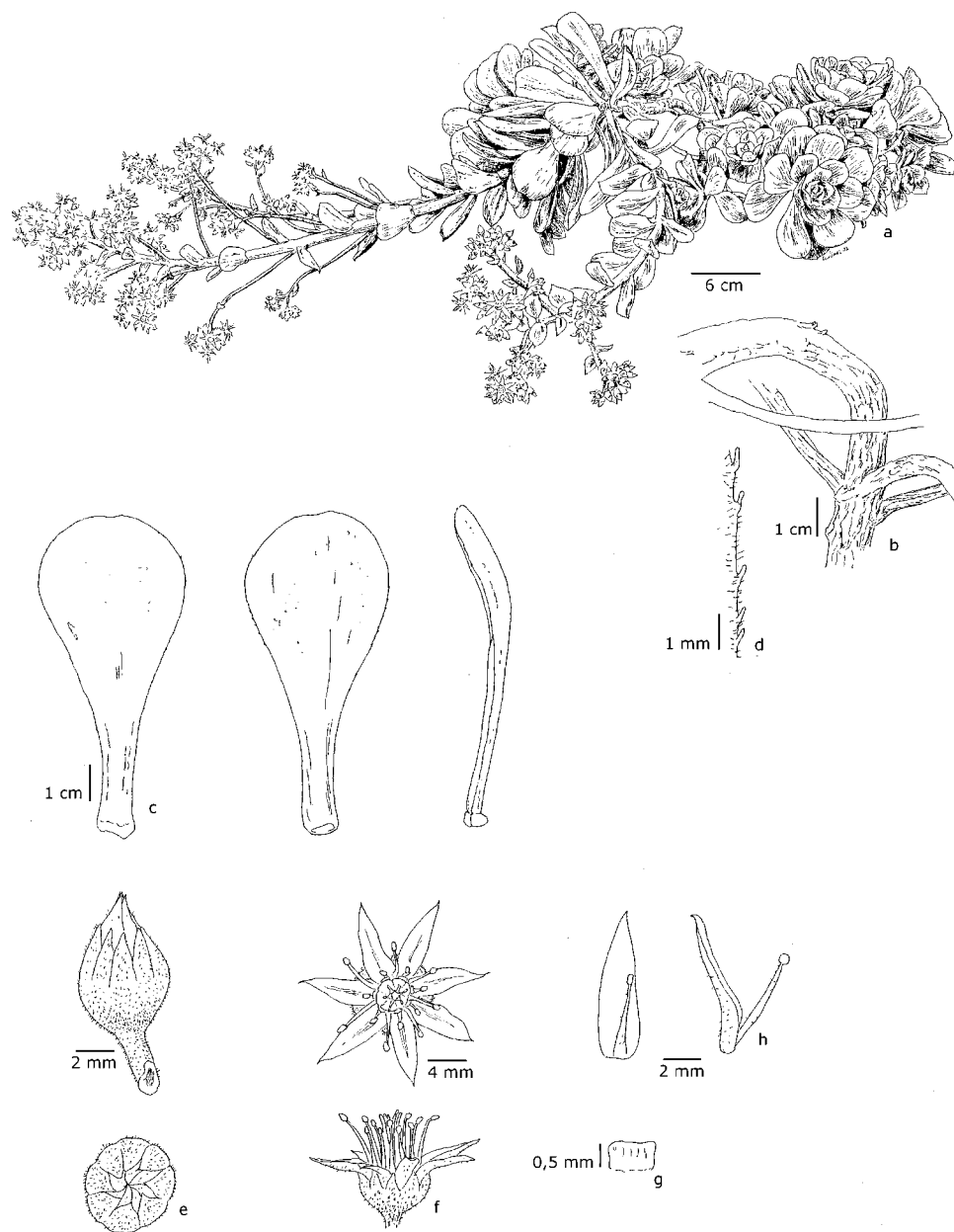


Fig. 3.- *Aeonium x hernandezii* Á. Bañares nothosp. nov.: a) planta adulta, b) tallo, c) hojas, d) márgen foliar, e) primordios florales, f) flores, g) glándula nectarífera, h) pétalo y estambre.

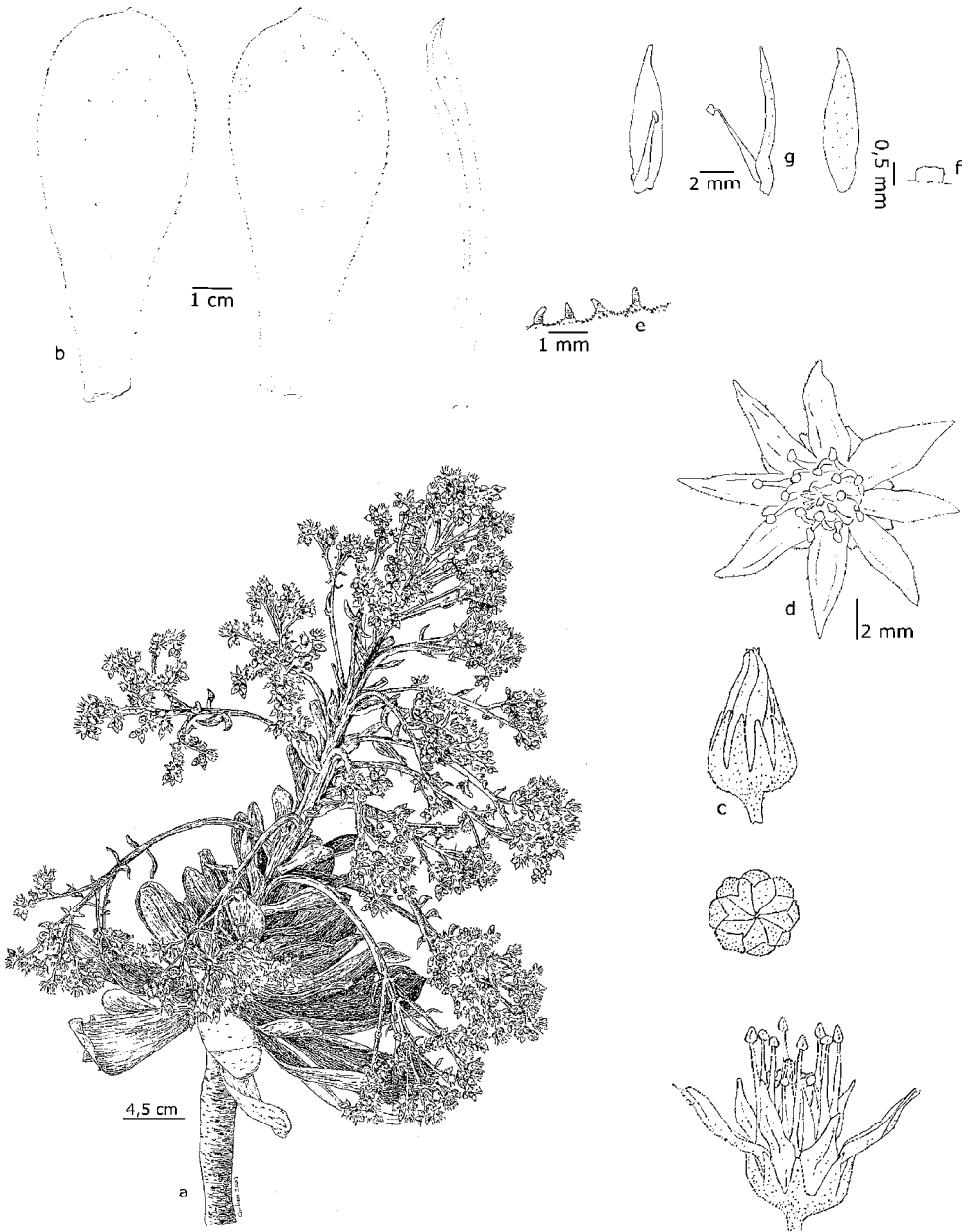


Fig. 4.- *Aeonium x proliferum* Á. Bañares nothosp. nov.: a) planta adulta, b) hojas, c) primordios florales, d) flores, e) márgen foliar, f) glándula nectarífera, g) pétalo y estambre.

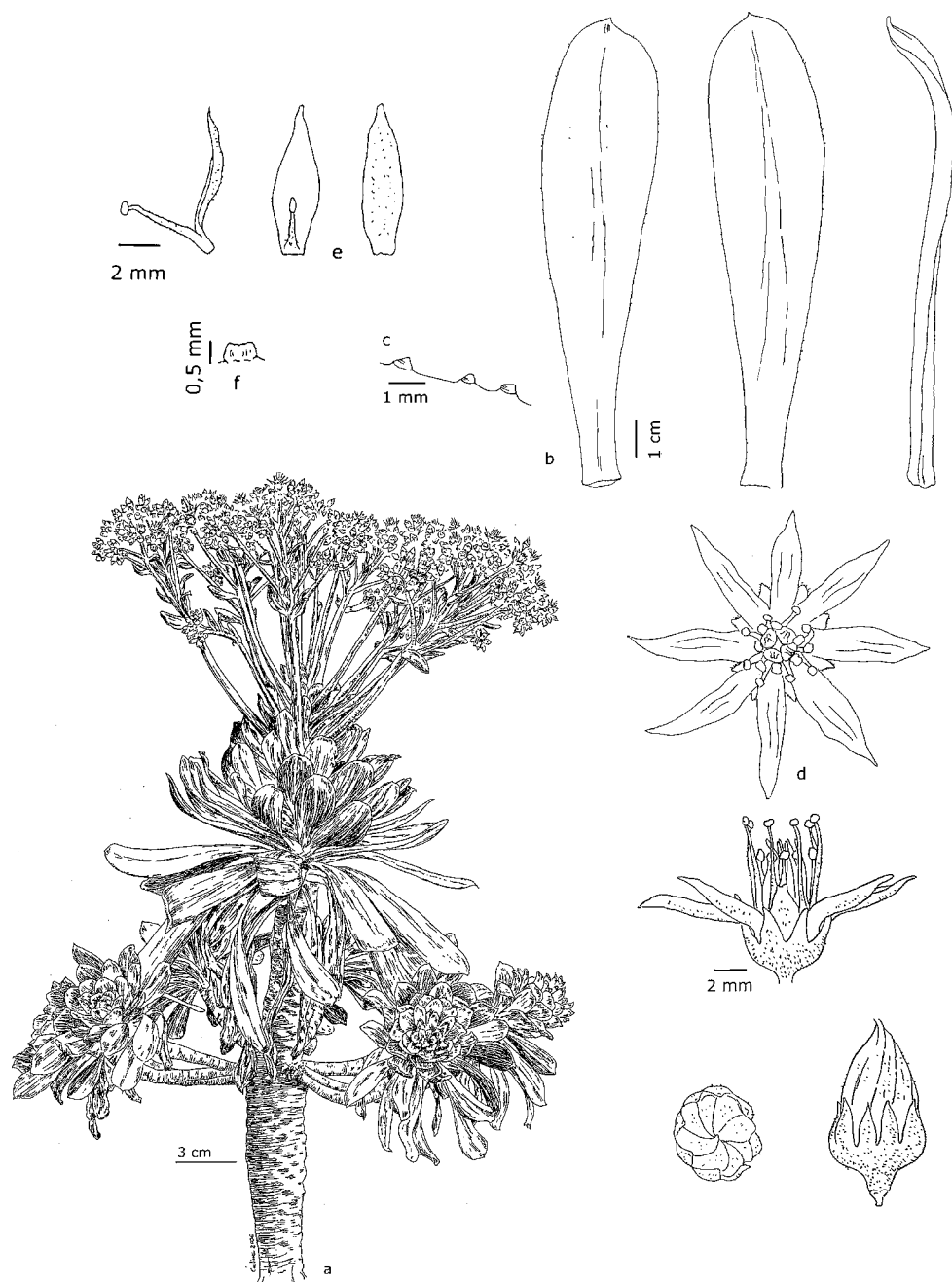


Fig. 5.- *Aeonium x proliferum* nothovar. *glabrifolium* Á. Bañares nothovar. nov.: a) planta adulta, b) hojas, c) margen foliar, d) flores, e) pétalo y estambre, f) glándula nectarífera.

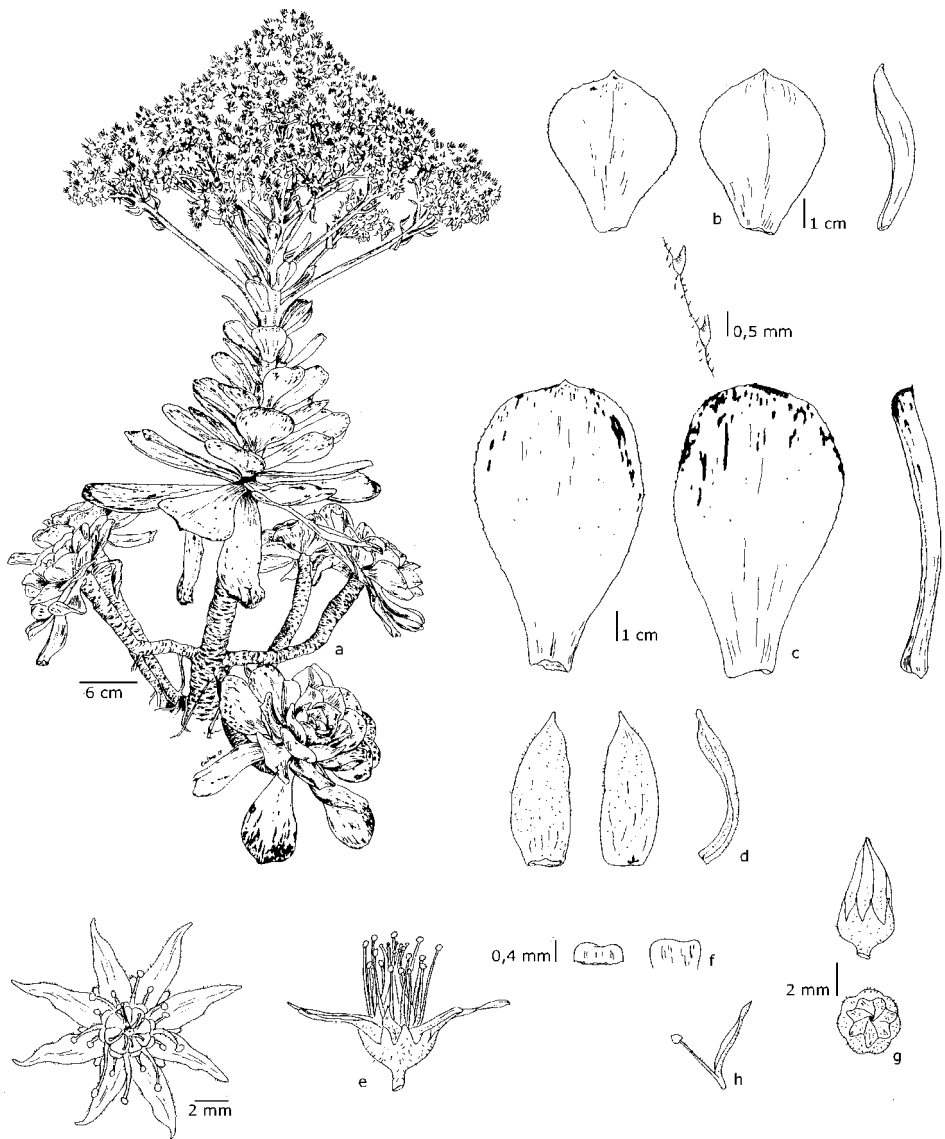


Fig. 6.- *Aeonium x robustum* Á. Bañares nothosp. nov.: a) planta adulta, b) hojas del eje floral, c) hojas de la roseta, d) brácteas de los pedúnculos florales, e) flores, f) glándulas nectaríferas, g) primordios florales, h) pétalo y estambre.

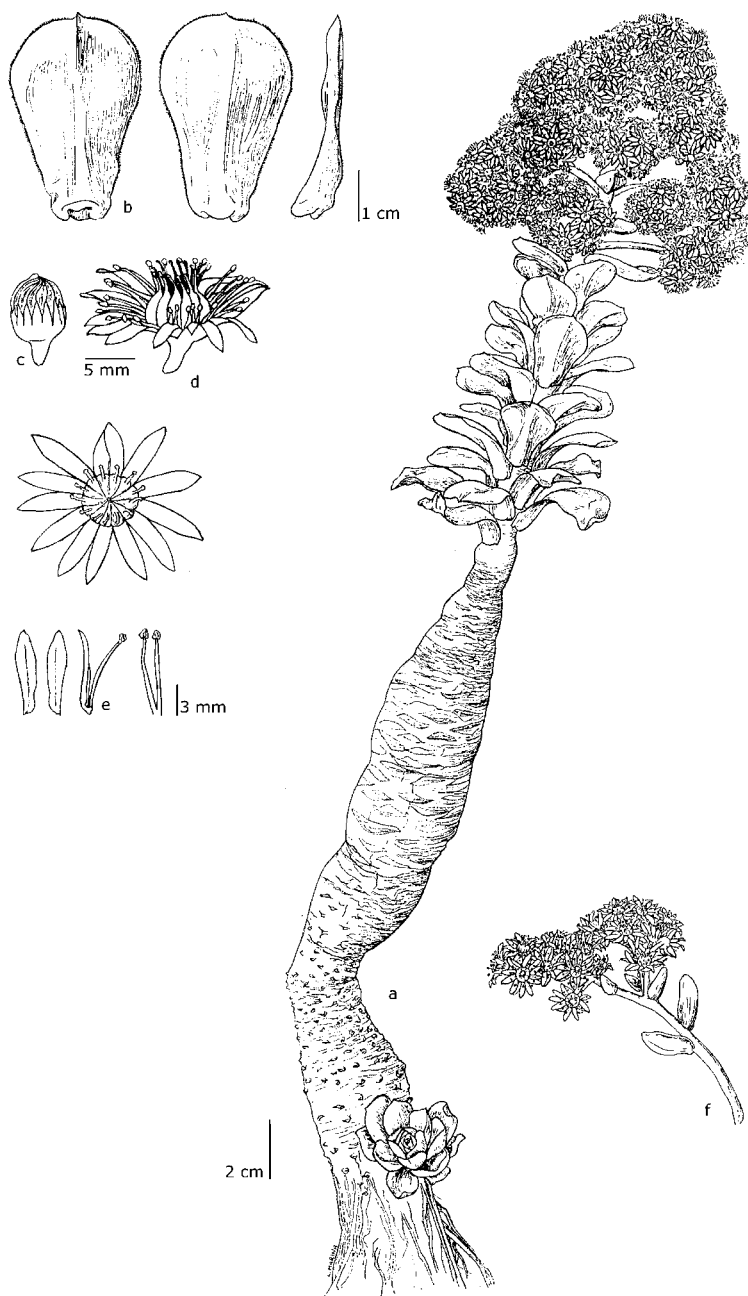


Fig. 7.- *Aeonium x septentrionale* Á. Bañares & C. Ríos nothosp. nov.: a) planta adulta, b) hojas del eje floral, c) primordio floral, d) flores, e) pétalos y estambres, f) pedúnculo floral



Fig. 8.- *Aichryson x intermedium* Bramwell & Rowley: a) planta adulta, b) hojas, c) flores, d) primordio floral, e) pétalos y estambres, f) glándulas nectaríferas.

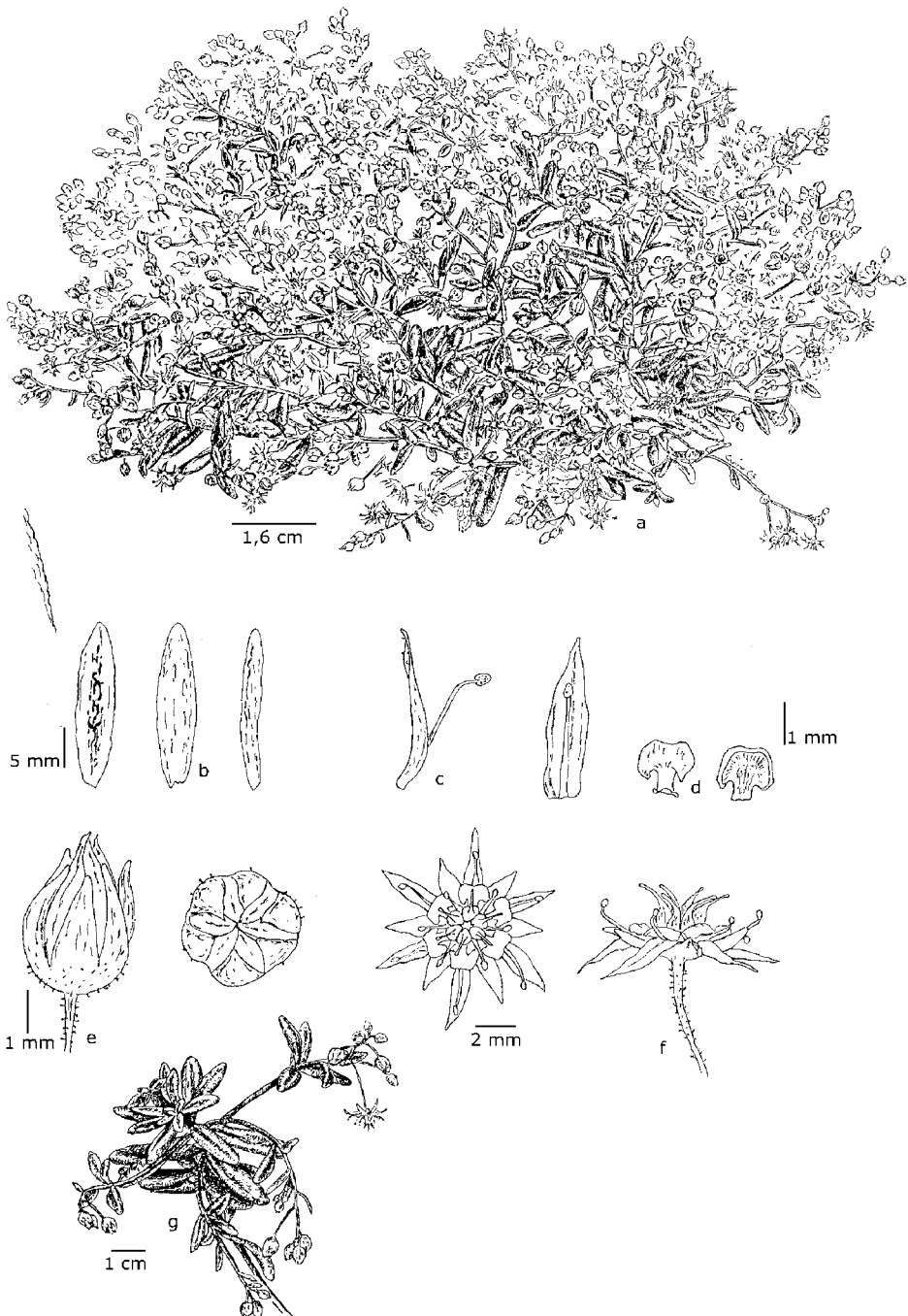


Fig. 9.- *Monanthes x filifolium* Á. Bañares nothosp. nov.: a) planta adulta, b) hojas, c) pétalo y estambre, d) glándula nectarífera, e) primordios florales, f) flores, g) rama florífera.

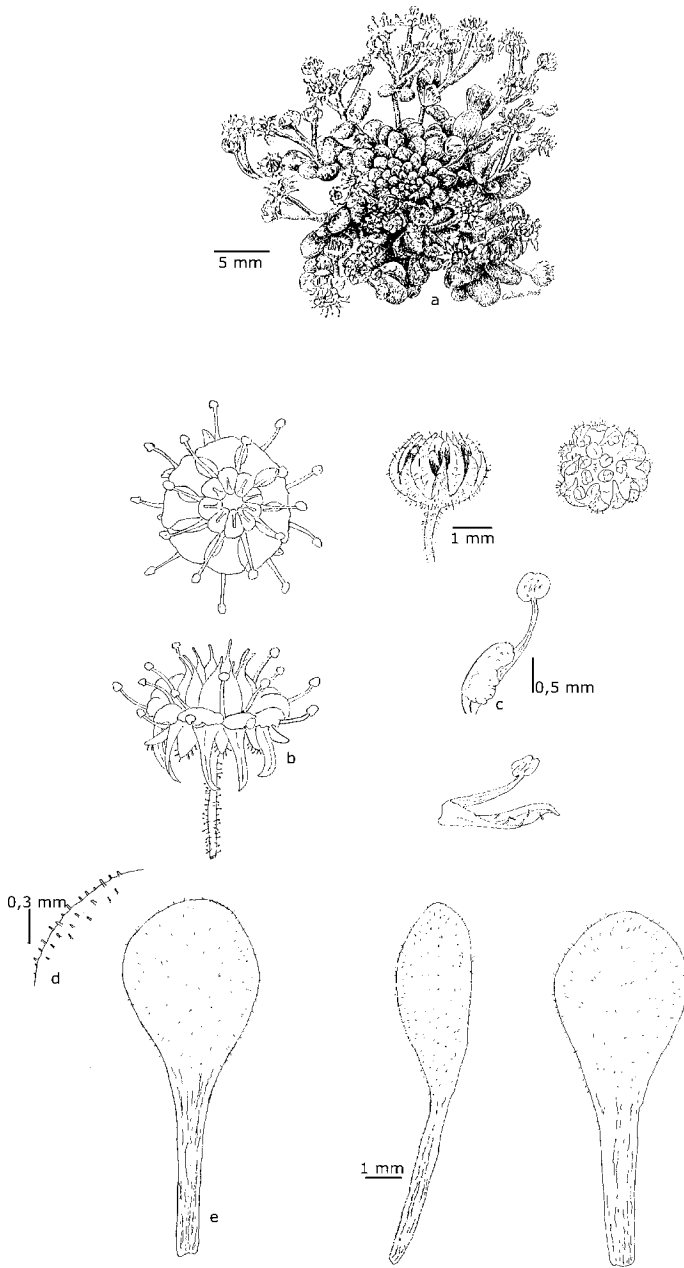


Fig. 10.- *Monanthes x subglabrata* Á. Bañares nothosp nov.: a) planta adulta, b) flores, c) estambre y glándula nectarífera, d) márgen foliar, e) hojas.

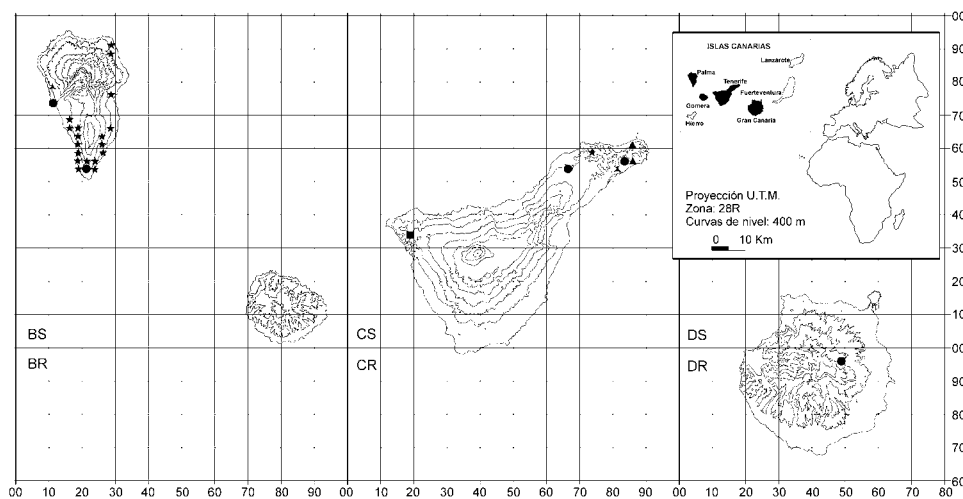


Fig. 11.- Distribución TENERIFE: ● *Aeonium x bornmülleri* Á. Bañares nothosp. nov., ■ *Aeonium x casanovense* Á. Bañares nothosp. nov., ▲ *Aeonium x hernandezii* Á. Bañares nothosp. nov., ★ *Monanthes x filifolium* Á. Bañares nothosp. nov., ▲ *Monanthes x subglabrata* Á. Bañares nothosp. nov. LA PALMA: ★ *Aeonium x proliferum* Á. Bañares nothosp. nov., ▲ *Aeonium x robustum* Á. Bañares nothosp. nov., ● *Aeonium x proliferum* Á. Bañares nothosp. nov. y *Aeonium x robustum* Á. Bañares nothosp. nov. GRAN CANARIA: ● *Aeonium x septentrionale* Á. Bañares & C. Ríos nothosp. nov.

Aeonium nsect. ***Petrocanariense*** Á. Bañares nom. nov. [*Aeonium* Webb & Berth. secc. *Canariensis* (Christ.) Praeger x *Aeonium* secc. *Petrothamnium* (Webb ex Christ) Ho-Yih Liu]

Aeonium nsect. ***Petrochrysocome*** Á. Bañares nom. nov. [*Aeonium* secc. *Chrysocome* Webb ex Christ x *Aeonium* secc. *Petrothamnium* (Webb ex Christ) Ho-Yih Liu]

Aeonium nsect. ***Petrogoochiae*** Á. Bañares nom. nov. [*Aeonium* secc. *Petrothamnium* (Webb ex Christ) Ho-Yih Liu x *Aeonium* secc. *Goochiae* (Christ) Praeger]

Aeonium nsect. ***Petroleuconium*** Á. Bañares nom. nov. [*Aeonium* Webb & Berth. secc. *Leuconium* A. Berger x *Aeonium* secc. *Petrothamnium* (Webb ex Christ) Ho-Yih Liu]

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar un sincero agradecimiento a Carlos Rodríguez y Luz Marina Rodríguez por la realización de la iconografía. A Eve Lucas (Royal Botanic Gardens, Kew) y Matthew Jebb (Nacional Botanic Gardens, Glasnevin) por su colaboración en la búsqueda y envío de material de herbario.

BIBLIOGRAFÍA

BAÑARES, Á. (1986). Híbridos interespecíficos del género *Aeonium* Webb & Berth. (Crassulaceae) en las Islas Canarias. Novedades y datos corológicos.- *Vieraea* 16: 57-71.

- BAÑARES, Á. (1990). Híbridos de la familia *Crassulaceae* en las Islas Canarias. Noveidades y datos corológicos. II.- *Vieraea* 18: 65-85.
- BAÑARES, Á. (1992). *Aeonium pseudourbicum* sp. nov. (Crassulaceae), nuevo endemismo de Tenerife (Islas Canarias).- *Anales Jard. Bot. Madrid* 50(2): 175-182.
- BAÑARES, Á. (1996). Híbridos de la familia *Crassulaceae* en las Islas Canarias. Noveidades y datos corológicos. III.- *Vieraea* 25: 181-195.
- EGGLI, U. & N. TAYLOR (1994). *List of names of succulent plants (other than cacti) from Repertorium Plantarum Succulentarum (1950-1992)*(I.O.S.).- Ed. Urs Eggl & Nigel Taylor (ISBN 094764363X).
- EGGLI, U., HART, H. & R. NYFFELER (1995). Toward a consensus classification of the Crassulaceae.- pp. 173-192 in: Henk't Hart & Urs Eggl (eds.). *Evolution and Systematics of the Crassulaceae*.- Leiden: Backhuys Publishers, 192 pp.
- GREUTER, W., J. McNEILL, F.R. BARRIE, H.M. BURDET, V. DEMOULIN, T.S. FILGUEIRAS, D.H. NICHOLSON, P.C. SILVA, J.E. SKOG, T. TREHANE, N.J. TURLAND & D.L. HAWKSWORTH (2000). *International Code of Botanical Nomenclature (St. Louis Code)*.- Königstein: Regnum Vegetabile 138, 474 pp.
- HEATH, P.V. (1992). The type of *Aeonium* Webb & Berthelot.- *Calyx* 2(2): 56-59.
- JACOBSEN H. & G.D. ROWLEY (1973). Some name changes in Succulent Plants, part V.- *Nat. Cact. Succ. J.* 28/1: 4-7.
- KUNKEL, G. (1969). Nombre nuevo para un híbrido: *Aeonium x praegeri*.- *Cuad. Bot. Canar.* V: 50-51.
- KUNKEL, G. (1972). Enumeración de las plantas vasculares de Gran Canaria.- *Monogr. Biol. Canar.* 3: 1-86.
- LIU, H.-Y. (1989). *Systematics of Aeonium (Crassulaceae)*.- Taiwan: National Museum of Natural Science, Special Publications n° 3, 102 pp.
- MES, T.H.M. (1995). Phylogenetic and systematic implications of chloroplast and nuclear spacer sequence variation in the Macaronesian Sempervivoideae and related Sedoideae.- pp. 30-44 in: Henk't Hart & Urs Eggl (eds.). *Evolution and Systematics of the Crassulaceae*.- Leiden: Backhuys Publishers, 192 pp.
- PRAEGER, R.L. (1925). Notes on Canarian and Madeiran Semperviva.- *Trans. & Proc. Bot. Soc. Edinburgh* 29: 199-217.
- PRAEGER, R. L. (1929). Semperviva of the Canary Islands area.- *Proc. Roy. Irish Acad.*, sect. B, 15: 454-499.
- PRAEGER, R. L. (1932). *An account of the Sempervivum group*.- Lehre: (Reprint 1967) Plant Monograph Reprints 1, J. Cramer & H.K. Swann, 265 pp.
- SANTOS, A. (1983). *Vegetación y Flora de La Palma*.- Santa Cruz de Tenerife: Editorial Interinsular Canaria, S.A., 348 pp.
- SUNDING, P. & G. KUNKEL (1972). New names in the Canary Islands flora.- *Cuad. Bot. Canar.* XIV/XV: 49-50.
- VOGGENREITER, V. (1974). *Geobotanische Untersuchungen an der natürlichen Vegetation der Kanareninseln Tenerife*.- Lehre: Dissertationes Botanicae 26, J. Cramer, 718 pp.
- VOGGENREITER, V. (1975). A new name for an intergeneric hybrid in Canarian Crassulaceae.- *Cuad. Bot. Canar.* XXV: 15.

VIERAEA	Vol. 35	33-42	Santa Cruz de Tenerife, octubre 2007	ISSN 0210-945X
---------	---------	-------	--------------------------------------	----------------

Caracterización genética de *Zostera noltii* (Zosteraceae, Magnoliophyta) en Lanzarote, islas Canarias

BEATRIZ RUMEU RUIZ¹, JOSÉ ANTONIO PÉREZ PÉREZ¹,
 MARIANO HERNÁNDEZ FERRER¹

NAROA ALDANONDO-ARISTIZABAL² y M^a CANDELARIA GIL-RODRÍGUEZ²

¹ Área de Genética. Universidad de La Laguna. Facultad de Biología.

² Área de Botánica. Universidad de La Laguna. Facultad de Farmacia.
 Universidad de La Laguna. 38071 La Laguna. Tenerife. Islas Canarias

Rumeu Ruiz, B, Pérez Pérez, J.A., M. Hernández Ferrer, N. Aldanondo-Aristizabal & M.C. Gil-Rodríguez (2007). Genetic characterization of *Zostera noltii* (Zosteraceae, Magnoliophyta) in Lanzarote, Canary Islands. *VIERAEA* 35: 33-42.

ABSTRACT: In the last years many changes have occurred in the Arrecife shore, Lanzarote Island, that have produced a worsening of eelgrass meadows (*Zostera noltii*), this has been considered an endangered species in Canary Islands with a high risk of extinction. The surviving units represent clonal individuals, which reinforces previous diagnosis on the critical state of this natural population. At the end of this article are discussed, in a population genetics context, different considerations about a future plan for restoration of the natural ecosystem of Arrecife shore.

Key words: *Zostera noltii*, Zosteraceae, Magnoliophyta, genetic characterization, microsatellite, Canary Islands.

RESUMEN: Los numerosos cambios ocurridos en la marina natural de Arrecife en los últimos años ocasionaron una regresión de las praderas de *Zostera noltii* Hornemann, planta marina catalogada en Canarias en la categoría de "Peligro de Extinción". Los ejemplares supervivientes representan individuos clónicos, lo cual refuerza el diagnóstico sobre el estado crítico de esta población natural. Se discuten, al final de este artículo, diferentes consideraciones en el contexto de la genética de poblaciones con vistas a un plan de actuación para restaurar el ecosistema de la marina de Arrecife.

Palabras clave: *Zostera noltii*, Zosteraceae, Magnoliophyta, caracterización genética, microsatélites, islas Canarias.

Nota: Este trabajo forma parte del proyecto "CARACTERIZACIÓN GENÉTICA DE *ZOSTERA NOLTII* PRESENTE EN LA MARINA DE ARRECIFE" subvencionado por el Excmo. Ayuntamiento de Arrecife (Lanzarote).

INTRODUCCIÓN

Los mares y océanos del mundo albergan unas 60 especies de fanerógamas marinas pertenecientes a 12 géneros diferentes (Templado, 2004). En el litoral canario se encuentran tres de ellas: *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson, *Halophila decipiens* Ostenfeld y *Zostera noltii* Hornemann (Haroun *et al.*, 2003). Esta última se localiza únicamente en el litoral de Arrecife, isla de Lanzarote, donde crece soportando periodos de emersión en los primeros metros del sublitoral (Gil-Rodríguez *et al.*, 1987).

Los estudios realizados en la marina natural de Arrecife a finales de la década de los 80, pusieron de manifiesto la existencia de praderas muy densas del taxon en las proximidades del castillo de San Gabriel (Gil-Rodríguez *et al.*, 1987). La transformación que sufrió la zona en los años posteriores, con el cierre del brazo de tierra que unía la marina con el islote de Fermina, el aumento de vertidos contaminantes y la disposición de un aparcamiento en el islote de San Gabriel, ocasionó un importante descenso en la flora y fauna del lugar, reduciendo drásticamente la pradera de *Z. noltii* a escasos ejemplares, y provocando la desaparición de su flora epífita (Guadalupe *et al.*, 1995).

Se sabe que *Z. noltii* llegó casi a desaparecer en la marina en el año 2000; esta alarmante situación llevó a incluir esta planta marina en el Catálogo de Especies Amenazadas de Canarias (BOC 2001/097) en la categoría de “Peligro de Extinción”. Recientemente Aldanondo *et al.*, (2005.) constataron la incipiente recuperación de las praderas.

MATERIAL Y MÉTODO

La población actual de *Z. noltii* en la marina de Arrecife esta reducida a tres núcleos o manchas de unos pocos metros cuadrados; en la periferia de cada uno de los núcleos localizados (UTM 0641509 / 3204120; UTM 0641528 / 3204194; UTM 0641491 / 3204167) se recolectaron ejemplares de la fanerógama, procurando siempre la máxima separación física entre ellos. Parte del material fue incluido, in situ, en bolsas plásticas con silicagel para, *a posteriori*, realizar el análisis genético. Algunos ejemplares fueron prensados e incluidos en el herbario TFC (nº 47.436; 47.437; 47.438)

Extracción de ADN genómico

Las purificaciones del ADN genómico, a pequeña escala, se realizaron a partir de las muestras de *Z. noltii* empleando el sistema comercial de Sigma (*GenElute™ Plant Genomic DNA Miniprep Kit*). La calidad y concentración del ADN genómico purificado fue comprobada mediante electroforesis en un gel de agarosa al 1% en tampón TBE.

Secuenciación de ADN

El locus *tRNA-K* del genoma de cloroplastos fue amplificado a partir de una de las muestras de ADN mediante la reacción en cadena de la polimerasa (PCR), empleando los cebadores universales TRNK1 (gggTTgCCCgggACTCgAAC) y TRNK2 (CAACggTAgAgTACTCggCTTTTA) descritos por Demesure *et al.* (1995). La PCR correspondiente se realizó en un volumen de 20 µl que incluía: la muestra de ADN genómico (100 ng); los cuatro desoxinucleótidos trifosfato (200 µM de cada uno); MgCl₂ (2 mM); los dos cebadores específicos (1 µM cada uno); la Taq DNA polimerasa (0'025 unidades/µl) y el tampón de reacción (1X). La enzima, el tampón de reacción y la solución de MgCl₂ fueron suministrados por EcoGen. El perfil térmico programado en el termociclador fue el siguiente:

Tabla 1. Oligonucleótidos usados como cebadores en la amplificación de mikrosatélites. Se muestran también algunos datos sobre los mikrosatélites implicados según Coyer *et al.* (2004a). Todos los cebadores empleados fueron suministrados por Invitrogen. F-U1 → cebador directo con cola universal; R → cebador reverso.

	Microsatélite	Rango de tamaño	Nº alelos	Nombre del cebador	Secuencia de nucleótidos (5'→3')
Universal marcado				Uni-1 FAM	CgTCggAgTCgTTgATTTAg
Locus ZnB1	(GA) _n G(GA) _n	100-124	13	ZnB1 F-U1	CgTCggAgTCgTTgATTTAgTTgACAAAAgTAggTggAgTTgA
				ZnB1 R	ggCAgAaAgAgCAgTACACg
Locus ZnB3	(GA) _n	188-222 pb	16	ZnB3 F-U1	CgTCggAgTCgTTgATTTAgCTTTcTTCgTTCATAAAgCA
				ZnB3 R	CCCAATTCTCATcACAACC
Locus ZnB8	(GA) _n	129-161	6	ZnB8 F-U1	CgTCggAgTCgTTgATTTAgATgAgATggCggAAATCAAACC
				ZnB8 R	CCTgTCACTTgCCACTTgTC
Locus ZnE7	(GA) _n	135-171	11	ZnE7 F-U1	CgTCggAgTCgTTgATTTAgAAACAaggAACgCgAAgAAgA
				ZnE7 R	TggTgACCTTTCTCATTggA
Locus ZnF8	(CT) _n	197-221	10	ZnF8 F-U1	CgTCggAgTCgTTgATTTAgggCCACgACAATgTgAACAAC
				ZnF8 R	CgTgATgAATgAAAgAgCgA
Locus ZnF11	(CT) _n C(GT) _n	273-288	8	ZnF11 F-U1	CgTCggAgTCgTTgATTTAgAgACgCAgACTcggACTCAT
				ZnF11 R	gAAGATgCATTATTcATTCACCC
Locus ZnH10	(CT) _n	158-168	7	ZnH10 F-U1	CgTCggAgTCgTTgATTTAgTCTgCCggTgTgTgAAACT
				ZnH10 R	CgTCgTTTTAAATTgCCTCTT

Desnaturalización inicial → 94°C, 2 minutos.

Amplificación (38 ciclos) → Desnaturalización: 94°C, 20 segundos

Anillado: 70°C, 30 segundos

Extensión: 68°C, 2'5 minutos con un incremento de 5 segundos por ciclo.

Extensión final → 68°C, 10 minutos

El proceso de secuenciación automática incluyó reactivos de Applied Biosystems (*BigDye® Terminator v3.1 Cycle Sequencing Kit*) y el sistema de electroforesis capilar ABI 3700 de la empresa NBT (Sevilla). La reacción de secuenciación se realizó a partir de 50 ng de producto de amplificación purificado (*Wizard® SVgel and PCR Clean-up System*; Promega) y utilizando el cebador TRNK2.

Genotipado de mikrosatélites

La estrategia de genotipado de mikrosatélites mediante PCR y detección automática fluorescente se basó en las recomendaciones de Boutin-Ganache *et al.* (2001). Consistió en la adición de una “cola universal” al extremo 5' de uno de los dos cebadores específicos empleados en la PCR (cebador directo o “*forward*”). También se incorporó a la reacción de amplificación un cebador universal marcado con un compuesto fluorescente (FAM). El cebador universal tiene la misma secuencia de nucleótidos que la cola añadida a los cebadores específicos directos. En la tabla 1 están recogidas las secuencias de nucleótidos de los cebadores específicos de cada locus y la del cebador universal de diseño propio, así como el motivo mikrosatélite implicado en cada caso, el rango de tamaños de los amplicones y el número de alelos diferentes descritos por Coyer *et al.*, (2004a).

Las reacciones de amplificación de mikrosatélites se realizaron en un volumen de 10 µl que contenían: la muestra de ADN genómico (50 ng); los cuatro desoxinucleótidos

trifosfato (150 μM de cada uno); MgCl_2 (2 mM); el cebador específico reverse (1 μM cada uno); una mezcla 1:10 (1 μM) del cebador específico directo y el cebador universal; la Taq DNA polimerasa (0'025 unidades/ μl); y el tampón de reacción (1X). La enzima, el tampón de reacción y la solución de MgCl_2 fueron suministrados por EcoGen. El perfil térmico programado en el termociclador fue el siguiente:

Desnaturalización inicial \rightarrow 94°C, 2 minutos.

Amplificación (35 ciclos) \rightarrow Desnaturalización: 94°C, 10 segundos

Anillado y extensión: 65°C, 40 segundos

Extensión final \rightarrow 65°C, 5 minutos

El resultado de cada reacción fue visualizado en geles de agarosa al 1'5% en tampón TBE, para comprobar la especificidad de la amplificación (tamaño esperado) y el rendimiento de la misma. A continuación, las reacciones fueron diluidas con agua (1/2 – 1/20) en función de la cantidad de producto de amplificación obtenido y con la finalidad de igualar la concentración de amplicón marcado. El tamaño de los amplicones fue estimado mediante electroforesis capilar de una alícuota de 5 μl de reacción diluida y detección fluorescente automática (Instituto Anatómico Forense de Las Palmas de Gran Canaria, ULPGC).

RESULTADOS

La reacción de amplificación empleando cebadores universales para el locus tRNA-K (Demesure *et al.*, 1995) rindió un fragmento específico con un tamaño aproximado de 2'6 kilobases y un fragmento no deseado de unos 200 pares de bases (pb). Este último, dado su tamaño, no pudo ser eliminado mediante la purificación con las columnas de cromatografía y, en consecuencia, las primeras 200 posiciones del electroforegrama de secuenciación resultaron ilegibles. No obstante se pudo obtener una lectura limpia de una secuencia con 326 nucleótidos de longitud, que pertenece a un segmento 5' del intrón del locus *tRNA-K*. Esta secuencia exhibe una sola diferencia con respecto a la secuencia correspondiente de *Z. japonica*, pero un total de 10 sustituciones nucleotídicas con respecto a la secuencia de *Z. marina*.

Análisis de microsatélites

Los marcadores moleculares elegidos para el análisis de la variabilidad intraespecífica en *Z. noltii* fueron los loci polimórficos de tipo microsatélite descritos en esa especie por Coyer *et al.* (2004a). No se detectó variación genética entre las nueve muestras vegetales analizadas, es decir, todas mostraron el mismo genotipo en cada uno de los siete loci analizados. El tamaño estimado para los alelos detectados se muestra en la figura 1.

DISCUSIÓN

La angiospermas marinas del género *Zostera* conforman importantes ecosistemas a lo largo de todo el mundo. Aparte de actuar como productores primarios, se trata de especies modificadoras del hábitat que facilitan el reciclado de nutrientes. Las praderas

de *Zostera* aportan una estructura espacial compleja que permite la retención y protección de las puestas de peces e invertebrados, sirviendo además como fuente de alimento para numerosas especies incluyendo algunas aves acuáticas (Jackson *et al.*, 2001; Williams & Heck, 2001; Polte *et al.*, 2005; Polte & Asmas, 2006; Schaffmeister *et al.*, 2006). Una gestión efectiva de la recuperación del ecosistema sustentado por *Z. noltii* requiere información sobre la dinámica reproductiva de la especie, de la diversidad genética de la población afectada y de las potenciales poblaciones donadoras de nuevos individuos (Petit *et al.*, 1998; Waycott, 1998; Booy *et al.*, 2000; Reusch, 2001; Williams, 2001; Duarte, 2002). Estudios recientes (Hughes & Stachowicz, 2004; Reusch *et al.*, 2005) han demostrado que la diversidad genética y de genotipos en ecosistemas soportados por unos pocos productores primarios, como el representado por *Zostera marina*, incrementan la productividad del ecosistema, su capacidad de resistencia y la velocidad de recuperación frente a perturbaciones ambientales, desempeñando un papel análogo al desempeñado por la diversidad de especies en los ecosistemas más complejos. Se trata de un efecto basado más en la complementación entre diferentes genotipos que en la selección de un genotipo robusto particular.

Una vez confirmada, mediante la comparación de secuencias de nucleótidos, que las muestras vegetales correspondían a *Z. noltii*, se procedió al análisis de la variación genética dentro de la población de esa especie presente en la marina de Arrecife. Los loci de tipo microsatélite descritos por Coyer *et al.* (2004a) presentan un elevado número de alelos diferentes y un alto nivel de heterocigosidad (hasta 16 y 0'968, respectivamente, para el locus ZnB3), por lo que pueden ser considerados loci hipervariables y, por lo tanto, útiles para la obtención de huellas genéticas que permitan la identificación de individuos (Coyer *et al.*, 2004b; Diekmann *et al.*, 2005). El análisis de esos microsatélites reveló en nuestro caso que los haces, al menos, de los tres individuos físicos estudiados corresponden con alta probabilidad al mismo individuo genético o "geneto". Una población de *Z. noltii* pequeña, aislada y clonal como la de la marina de Arrecife, se encuentra en una situación delicada, en términos genéticos y ecológicos, siendo muy alta la probabilidad de extinción (Newman & Pilson, 1997; Booy *et al.*, 2000).

En el único individuo genético de *Z. noltii* presente en la marina de Arrecife, son heterocigotos cinco de los siete loci analizados, algo normal en los individuos de otras poblaciones de *Z. noltii*, como también es común la presencia de clones con un tamaño normalmente inferior a los 3 m² (Coyer *et al.*, 2004a,b; Diekmann *et al.*, 2005). La ausencia de diversidad entre individuos en la población de Arrecife probablemente refleje una colonización reciente y el poder de multiplicación vegetativa propia de la especie. Si, por el contrario, se tratase de una población antigua y de una reducción de tamaño acompañada de deriva génica, dicha reducción no pudo ser lenta porque con tamaños poblacionales pequeños y reproducción sexual se tiende al estado de homocigosis. Si se tratase de una reducción drástica de una población antigua, el genotipo presente en la actualidad puede ser resultado del azar o, más interesante, representar el genotipo más resistente o mejor adaptado; en cualquiera de los casos los alelos presentes en la actualidad no necesariamente reflejan los alelos que fueron más frecuentes en la población ancestral.

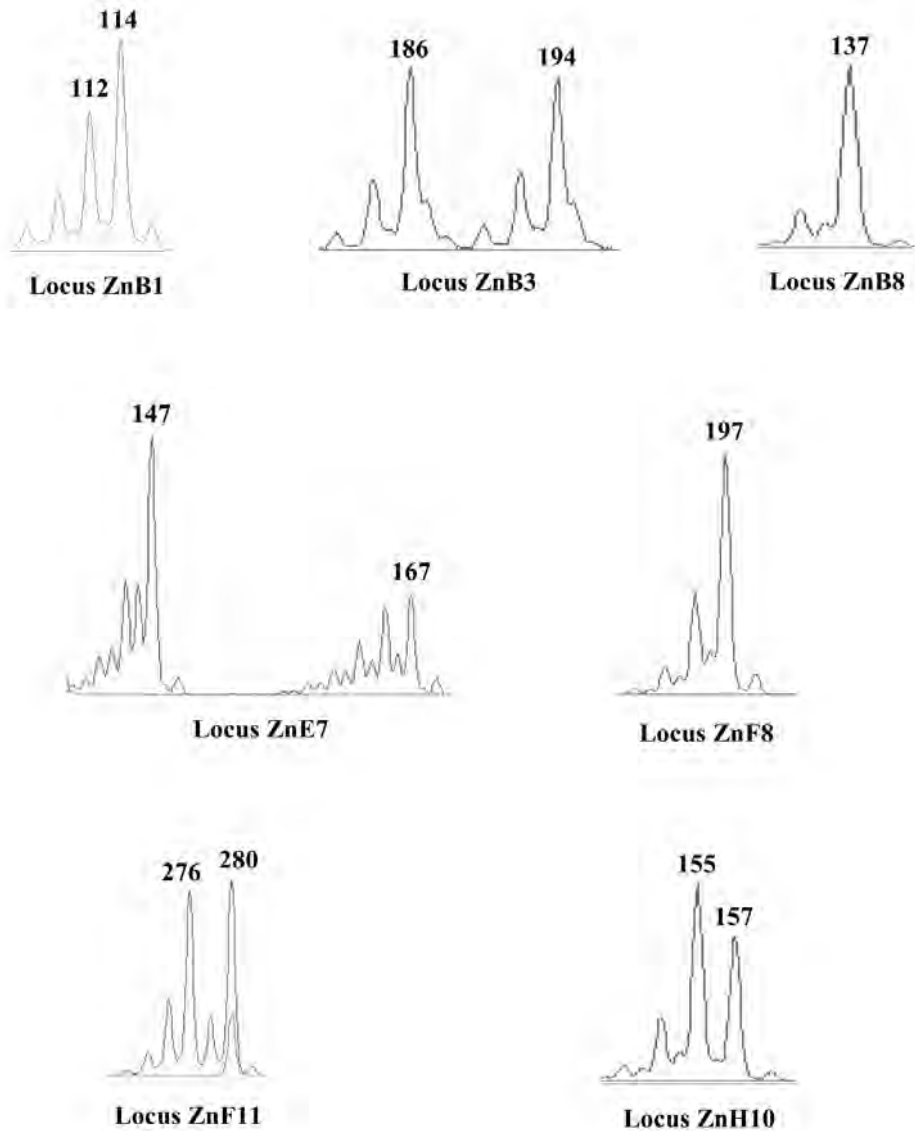


Figura 1. Genotipado de microsatélites. Se muestra, para cada locus, un electroforegrama representativo del genotipo detectado en todas las muestras analizadas.

Las poblaciones de *Z. noltii* se reparten en la actualidad por la costa Este del océano Atlántico desde Mauritania hasta el sur de Noruega y por las costas el mar Mediterráneo, mar Negro y mar de Azov. Los loci analizados en la población de Arrecife ya han sido objeto de estudio en todo el rango de distribución de la especie (Coyer *et al.*, 2004b). El análisis filogenético realizado en dicho estudio revela que las poblaciones de Europa del

Norte, Mauritania y mares Negro/Azov forman grupos bien diferenciados, mientras que las poblaciones mediterráneas y de la costa atlántica de la Península Ibérica no conforman grupos consistentes. Así mismo, Coyer *et al.*, (2004b) consiguen identificar variantes genéticas únicas en todas las poblaciones analizadas. La comparación de las variantes detectadas en los individuos de *Z. noltii* de la marina de Arrecife con las variantes “únicas” mencionadas, y en general la comparación con los alelos más frecuentes en las poblaciones de costas continentales, quizás arroje luz sobre la afinidad genética o el origen de la población de *Z. noltii* en Arrecife.

La diversidad genética y la riqueza en alelos alcanza su máximo en las poblaciones mauritanas de *Z. noltii* y decrece hacia el norte, sugiriendo una potencial ruta de recolonización post-glacial (Coyer *et al.*, 2004b). Esto, junto al buen estado de las grandes poblaciones de *Z. noltii* en las costas de Mauritania, las convierte en atractivas donadoras de genotipos para la restauración del ecosistema de la marina de Arrecife. Una alternativa quizás más económica o viable estratégicamente sean las poblaciones atlánticas de la Península Ibérica. Esta opción resulta adecuada si se tiene en cuenta:

1. Las poblaciones atlánticas de la Península Ibérica ocupan en los árboles filogenéticos una posición intermedia entre las poblaciones del Norte de Europa, mar Mediterráneo y Mauritania, aunque ligeramente más próximas a las de Mauritania.
2. Tanto las costas de Mauritania como las del mar Mediterráneo fueron posibles refugios durante el último máximo glacial (hace unos 18-20 mil años).
3. El régimen actual de corrientes marinas señalan a las poblaciones de la costa atlántica de la Península Ibérica como un potencial origen natural de genotipos para las islas Canarias.
4. La diversidad genética en las poblaciones de *Z. noltii* de la costa atlántica de la Península Ibérica está entre las más altas dentro de su rango de distribución (heterocigosidad observada, $H_{obs} = 0'545-0'652$; número de alelos por locus, $\alpha = 4'7-7'2$. Diekmann *et al.*, 2005), aproximándose considerablemente a los valores observados en Mauritania ($H_{obs} = 0'568-0'659$; $\alpha = 6'2-6'3$. Coyer *et al.*, 2004b).
5. En las costas atlánticas de la Península Ibérica el hábitat de *Z. noltii* se encuentra fragmentado. Por otro lado, se ha estimado una distancia mínima de 100-150 km entre poblaciones de *Z. noltii* para el inicio de una diferenciación genética significativa entre las mismas (Coyer *et al.*, 2004b; Diekmann *et al.*, 2005). Esta situación facilitaría la recolección de diversidad genética para la recuperación de la marina de Arrecife.

La posibilidad de que el genotipo que sobrevive en la actualidad en la marina de Arrecife, represente la combinación de alelos que mejor resistió las perturbaciones de su hábitat por

factores humanos y/o naturales, aconseja invertir esfuerzo en preservarlo y expandirlo en cierto grado, a la vez que se incorporan genotipos variados de poblaciones donadoras.

El proceso de recuperación de *Z. noltii* en la marina de Arrecife puede ser guiada por experiencias previas con esta especie o con otras relacionadas (Hootsmans, 1987; Loques *et al.*, 1990; Meinesz *et al.*, 1993; Van Katwijk, 2000; Williams, 2001; Bernard *et al.*, 2005; Bos *et al.*, 2005; Martins *et al.*, 2005). La diversidad de genotipos entre los individuos importados puede ser controlada con las mismas técnicas aplicadas en el presente trabajo.

CONCLUSIONES

La principal conclusión de este trabajo es que la población de *Z. noltii* en la marina de Arrecife está formada por individuos clónicos resultantes de la multiplicación vegetativa. Esta situación puede ser clasificada de crítica desde el punto de vista genético y ecológico, pues la existencia de un único individuo genético disminuye drásticamente la probabilidad de supervivencia ante cualquier tipo de estrés ambiental y merma considerablemente su capacidad de recuperación.

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren agradecer a la Concejalía de Medio Ambiente del Excmo. Ayuntamiento de Arrecife, a Dña. Rut Hernández y a D. Jesús Alonso Barreto de la Agencia de Desarrollo Local del Excmo. Ayuntamiento de Arrecife, su colaboración y apoyo logístico.

BIBLIOGRAFÍA

- ALDANONDO-ARISTIZABAL, N., J. BARQUÍN DÍEZ & M.C. GIL-RODRÍGUEZ (2005). Estudio preliminar de las poblaciones de *Zostera noltii* (Zosteraceae, Magnoliophyta) en Lanzarote, islas Canarias. *Vieraea* 33: 145-150.
- BERNARD G., BONHOMME, P. & BOUDOURESQUE, CF. (2005). Recovery of the seagrass *Zostera marina* in a disturbed Mediterranean lagoon (Étang de Berre, Bouches-du-Rhône, Southern France). *Hydrobiologia* 539: 157 – 161.
- BOC Nº 97/2001, 1/8/2001. Decreto 151/2001, de 23 de julio, por el que se crea el Catálogo de Especies Amenazadas de Canarias.
- BOOY, G. HENDRIKS, RJJ., SMULDERS, MJM., VAN GROENENDAEL, JM & VOSMAN, B. (2000). Genetic diversity and the survival of populations. *Plant Biology* 2: 379-395.
- BOS, AR., DANKERS, N., GROENEWEG, AH., HERMUS, DCR., JAGER, Z, DE JONG, DJ., SMIT, T., DE VLAS, J., VAN WIERINGEN, M. & VAN KATWIJK, MM. (2005). Eelgrass (*Zostera marina* L.) in the western Wadden Sea: monitoring, habitat suitability model, transplantations and communication. En: Herrier JL, Mees J, Salman A, Seys J, van Nieuwenhuysen H & Dobbelaere L (eds). *Proceedings 'Dunes and Estuaries 2005' – International Conference on Nature Restoration*, p.: 95-109.

- BOUTIN-GANACHE, I., RAPOSO, M., RAYMOND, M., & DESCHEPPER, CF. (2001). M13-tailed primers improve the readability and usability of microsatellite analyses performed with two different allele-sizing methods. *Biotechniques* 31: 24-28.
- COYER, JA., DIEKMANN, OE., SERRÃO, EA., PROCACCINI, G., MILCHAKOVA, N., PEARSON, GA., STAM, WT., & OLSEN, JL. (2004b). Population genetics of dwarf eelgrass *Zostera noltii* throughout its biogeographic range. *Marine Ecology Progress Series* 281: 51-62.
- COYER, JA., REUSCH, TBH., STAM, WT., SERRÃO, EA., PEARSON, G., PROCACCINI, G., & OLSEN, JL. (2004a). Characterization of microsatellite loci in the dwarf eelgrass *Zostera noltii* (Zosteraceae) and cross-reactivity with *Z. japonica*. *Molecular Ecology Notes* 4: 497-499.
- DEMASURE, B., SODZIN, & PETIT, RJ. (1995). A set of universal primers for amplification of polymorphic non-coding regions of mitochondrial and chloroplast DNA in plants. *Molecular Ecology* 4: 129-131.
- DIEKMANN, OE., COYER, JA., FERREIRA, J., OLSEN, JL., STAM, WT., PEARSON, GA., & SERRÃO, EA. (2005). Population genetics of *Zostera noltii* along the west Iberian coast: consequences of small population size, habitat discontinuity and near-shore currents. *Marine Ecology Progress Series* 290: 89-96.
- DUARTE, CM. (2002). The future of seagrass meadows. *Environmental Conservation* 29: 192-206.
- GIL-RODRÍGUEZ, M.C., J. AFONSO-CARRILLO & W. WILDPRET DE LA TORRE (1987). Praderas marinas de *Zostera noltii* (Zosteraceae) en las Islas Canarias. *Vieraea* 17: 143-146.
- GUADALUPE GONZÁLEZ, M.E., M.C. GIL-RODRÍGUEZ & M.C. HERNÁNDEZ-GONZÁLEZ (1995). *Flora y vegetación marina de Arrecife de Lanzarote. Islas Canarias*. Fundación César Manrique, Lanzarote. Ed. Torcusa. Madrid. 269 pp.
- HAROUN, R., M.C. GIL-RODRÍGUEZ & W. WILDPRET DE LA TORRE (2003). *Plantas Marinas de las Islas Canarias*. Canseco Editores. 319 pp.
- HOOTSMANS, MJM., VERMAAT, JE. & VAN VIERSSSEN, W. (1987). Seed-bank development, germination and early seedling survival of two seagrass species from the Netherlands: *Zostera marina* L. and *Zostera noltii* Hornem. *Aquatic Botany* 28: 275-285.
- HUGHES, AR. & STACHOWICZ, JJ. (2004). Genetic diversity enhances the resistance of a seagrass ecosystem to disturbance. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, 101: 8998-9002.
- JACKSON, EL., ROWDEN, AA., ATTRILL, MJ., BOSSEY, SJ. & JONES, MB. (2001). The importance of seagrass beds as a habitat for fishery species. *Oceanography and Marine Biology* 39: 269-303.
- LOQUES, F., CAYE, G. & MEINESZ, A. (1990). Germination in the marine phanerogam *Zostera noltii* Hornemann at Golfe Juan, French Mediterranean. *Aquatic Botany* 38: 249-260.
- MARTINS, I., NETO, JM., FONTES, MG., MARQUES, JC., & PARDAL, MA. (2005). Seasonal variation in short-term survival of *Zostera noltii* transplants in a declining meadow in Portugal. *Aquatic Botany* 82:32-142.

- MEINESZ, A., MOLENAAR, H. & CAYE, G. (1993). Transplantation of marine phanerogams in the Mediterranean Sea. *Boll. Oceanol. Teor. Appl.* 11: 83-190.
- NEWMAN, D. & PILSON, D. (1997). Increased probability of extinction due to decreased genetic effective population size: experimental populations of *Clarkia pulchella*. *Evolution* 51: 354-362.
- PETIT, R.J., EL MOUSADIK, A. & PONS, O. (1998). Identifying populations for conservation on the basis of genetic markers. *Conservation Biology* 12: 844-855.
- POLTE, P. & ASMUS, H. (2006). Influence of seagrass beds (*Zostera noltii*) on the species composition of juvenile fishes temporarily visiting the intertidal zone of the Wadden Sea. *Journal of Sea Research* 55: 244-252.
- POLTE, P., SCHANZ, A. & ASMUS, H. (2005). The contribution of seagrass beds (*Zostera noltii*) to the function of tidal flats as a juvenile habitat for dominant, mobile epibenthos in the Wadden Sea. *Marine Biology* 147: 813-822.
- REUSCH, TBH. (2001). New markers-old questions: population genetics of seagrasses. *Marine Ecology Progress Series* 211: 261-274.
- REUSCH, TBH., EHLERS, A., HÄMMERLI & WORM, B. (2005). Ecosystem recovery after climatic extremes enhanced by genotypic diversity. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, 102: 2826-2831.
- SCHAFFMEISTER, BE., HIDDINK, JG. & WOLFF, WJ. (2006). Habitat use of shrimps in the intertidal and shallow subtidal seagrass beds of the tropical Banc d'Arguin, Mauritania. *Journal of Sea Research* 55: 230-243.
- TANAKA, N., KUO, J., OMORI, Y., NAKAOKA, M. & AIOI, K. (2003). Phylogenetic relationships in the genera *Zostera* and *Heterozostera* (Zosteraceae) based on *matK* sequence data. *Journal of Plant Research* 116: 273-279.
- TEMPLADO, J. (2004). *Introducción. Las praderas de fanerógamas marinas*. En: Luque, Á.A. y Templado, J. (Coords.). *Praderas y bosques marinos de Andalucía*, pp. 57-59. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, 336 pp.
- VAN KATWIJK, MM. (2000). Reintroduction of eelgrass (*Zostera marina* L.) in the Dutch Wadden Sea: a research overview and management vision. En: Wolff WJ, Essink K, Kellermann A and van Leeuwe MA (eds.), *Challenges to the Wadden Sea. Proceedings of the 10th International Scientific Wadden Sea Symposium*, Groningen.
- WAYCOTT, M. (1998). Genetic variation, its assessment and implications to the conservation of seagrasses. *Molecular Ecology* 7: 793-800.
- WILLIAMS, SL. (2001). Reduced genetic diversity in eelgrass transplantation affects both population growth and individual fitness. *Ecology Applied* 11: 1472-1488.
- WILLIAMS, SL. & HECK, KL. (2001). *Seagrass community ecology*. En: Bertness MD, Gaines SD, Hay ME (eds) *Marine community ecology*. Sinauer, Sunderland, MA, p 317-337.

VIERAEA	Vol. 35	43-50	Santa Cruz de Tenerife, octubre 2007	ISSN 0210-945X
---------	---------	-------	--------------------------------------	----------------

Adiciones y comentarios a la flora vascular de Canarias

MIGUEL ANTONIO PADRÓN MEDEROS^{1,2}, JORGE ALFREDO REYES-BETANCORT²,
RICARDO GONZÁLEZ GONZÁLEZ¹, MARÍA CATALINA LEÓN ARENCIBIA¹
& PEDRO LUIS PÉREZ DE PAZ¹

¹Dpto. Biología Vegetal (Botánica).
Universidad de La Laguna. 38071 La Laguna.
²Jardín de Aclimatación de La Orotava (ICIA).
C/ Retama 2. 38400 Puerto de la Cruz.

PADRÓN MEDEROS, M.A., J.A. REYES-BETANCORT, R. GONZÁLEZ GONZÁLEZ, M.C. LEÓN ARENCIBIA & P.L. PÉREZ DE PAZ (2007). Additions and comments to the vascular flora of the Canary Islands. *VIERAEA* 35: 43-50.

ABSTRACT: *Amaranthus retroflexus* L., *Calendula officinalis* L. and *Hippocrepis constricta* Kunze are new additions to the vascular flora of El Hierro. *Chamaesyce maculata* (L.) Small., *Convolvulus siculus* L. subsp. *agrestis* (Hochst. ex Schweinf.) Verdc. and *Heliotropium curassavicum* L. are new additions to the vascular flora of Tenerife. *Verbascum virgatum* Stokes in With. is new addition to the vascular flora of Gran Canaria. *Linaria micrantha* (Cav.) Hoffmanns & Link is new record to Tenerife and La Gomera. *Chamaesyce hypericifolia* (L.) Mill., *Gamochoeta subfalcata* (Cabrera) Cabrera and *Poa flaccidula* Boiss. & Reuter are new additions to the vascular flora of Canary Islands. Observations on the habitats, distribution and phytosociology are reported. Taxonomic or nomenclatural considerations are posed under the commentary epigraph in several cases.

Key words: Vascular Plants, chorologic records, flora, ecology, Canary Islands.

RESUMEN: *Amaranthus retroflexus* L., *Calendula officinalis* L. e *Hippocrepis constricta* Kunze son nuevas adiciones para la flora vascular de El Hierro. *Chamaesyce maculata* (L.) Small., *Convolvulus siculus* L. subsp. *agrestis* (Hochst. ex Schweinf.) Verdc. y *Heliotropium curassavicum* L. son nuevas adiciones para la flora vascular de Tenerife. *Verbascum virgatum* Stokes in With. es nueva adición para la flora vascular de Gran Canaria. *Linaria micrantha* (Cav.) Hoffmanns & Link es citada por primera vez para Tenerife y La Gomera. *Chamaesyce hypericifolia* (L.) Mill., *Gamochoeta subfalcata* (Cabrera) Cabrera y *Poa flaccidula* Boiss. & Reuter son nuevas adiciones para la flora vascular de las islas Canarias. Observaciones en cuanto a su hábitat, distribución y fitosociología siguen a cada taxón así como algunos problemas taxonómicos o nomenclaturales que, en su caso, son recogidos en el apartado de comentario.

Palabras clave: plantas vasculares, adiciones corológicas, flora, ecología, islas Canarias.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo constituye una adición al catálogo actual de la flora de Canarias, donde además se aportan datos de hábitat, distribución y fitosociología. Los taxones identificados que se exponen a continuación incrementan el catálogo de la flora vascular de algunas islas (*Amaranthus retroflexus*, *Calendula officinalis*, *Hippocrepis constricta*, *Chamaesyce maculata*, *Convolvulus siculus* subsp. *agrestis*, *Heliotropium curassavicum*, *Verbascum virgatum*, *Linaria micrantha*), el actual de las especies de plantas vasculares del Archipiélago (*Chamaesyce hypericifolia*, *Gamochaeta subfalcata* y *Poa flaccidula*) y el de Macaronesia (*Poa flaccidula* y *Gamochaeta subfalcata*). Hay taxones que no están exentos de problemas taxonómicos y nomenclaturales, y en su caso se hace referencia a un apartado de comentario, por entender que pueden constituir una aportación al mejor conocimiento de esta flora.

MATERIAL Y MÉTODO

El método que hemos seguido en la confección del catálogo es el presentado en REYES-BETANCORT *et al.* (1996). Los taxones se relacionan incluidos en su respectiva Clase, dentro de *Magnoliophytina*, por orden alfabético de familias y géneros dentro de ellas. La nomenclatura de los mismos es la seguida por ACEBES GINOVÉS *et al.* (2004) excepto para aquellos que son nuevos registros para la flora de Canarias donde se han seguido distintas obras a las que se hace referencia en el apartado correspondiente a cada uno. Respecto a la nominación de los sintaxones seguimos la nomenclatura fitosociológica de RODRÍGUEZ DELGADO *et al.* (1998) y RIVAS-MARTÍNEZ *et al.* (2001, 2002). El material estudiado y asimilado a los distintos taxones ha sido recolectado por nosotros en las distintas islas. Al final del comentario de cada taxón y en el margen derecho, se presenta la localización regional, asignando las siguientes abreviaturas: H (El Hierro), P (La Palma), G (La Gomera), T (Tenerife), C (Gran Canaria), F (Fuerteventura) y L (Lanzarote). Cuando la abreviatura de la isla va precedida de un cuadrado lleno (■) se hace referencia a que es una adición para la misma.

RESULTADOS

Catálogo Florístico

El presente catálogo recoge 10 especies y 1 subespecie, incluidos en 8 familias, que resultan ser nuevas citas para alguna de las Islas.

MAGNOLIOPSIDA

Amaranthaceae

Amaranthus retroflexus L., *Sp. Pl.*: 991 (1753).

Planta anual de tallo pubescente-lanoso en las partes apicales, inflorescencia terminal con bracteolas espiniscentes y fruto en pixidio. Próxima a *A. hybridus* L. de la que difiere en la naturaleza y tamaño de las bracteolas así como en el tamaño de los tépalos.

Florece y fructifica en verano (otoño).

Originaria de Norteamérica y naturalizada en la mayoría de los países de Europa (TUTIN *et al.*, 1964) y Norte de África, Azores y Madeira (GARCÍA GALLO, 1986).

Considerada mala hierba tanto de cultivos de regadío como de secano, campos abandonados, escombreras y bordes de caminos. Desde el punto de vista fitosociológico forma parte de las comunidades de *Stellarietea mediae* Tüxen, Lohmeyer & Preising *ex* von Rochow 1951.

Especie citada por ACEBES GINOVÉS *et al.* (2004) para Tenerife y Gran Canaria, aunque PITARD & PROUST (1908) señalan su presencia en Lanzarote, La Gomera y La Palma. REYES-BETANCORT (1998) no confirma la cita en Lanzarote y dice: [...] probablemente haya sido confundida con *A. hybridus* [...].

Nueva cita para El Hierro.

Exsiccatum: EL HIERRO: Las Casas (El Pinar) (28RBR 0668), 20.08.2004, M.A. Padrón Mederos (TFC 45361).

■ H - - T C - -

Asteraceae

Calendula officinalis L., *Sp. Pl.*: 921 (1753).

Taxón próximo a *C. arvensis* L. pero mucho más robusto con lígulas tridentadas grandes y patentes, casi de doble tamaño que las brácteas del involucreo y cipselas no curvadas.

Origen desconocido. Cultivada como ornamental en Europa, naturalizada en el S y W de Europa (TUTIN *et al.*, 1976); Región Mediterránea, Sur de Europa y América (SÁNCHEZ-MONJE, 1991). Planta fundamentalmente cultivada que la hemos encontrado como cimarrón, formando parte de las comunidades de bordes de caminos.

Nueva cita para El Hierro.

Exsiccatum: EL HIERRO: Sabinosa (28RAR 9472), 29.03.2004, M.A. Padrón Mederos (TFC 45213).

■ H P - T C - -

Gamochaeta subfalcata (Cabrera) Cabrera, *Bol. Soc. Argent. Bot.* 9: 383 (1961).

[≡ *Gnaphalium subfalcatum* Cabrera *Revista Mus. La Plata nov. ser., Bot.* 4: 174 (1941)].

Florece y fructifica de (abril) mayo a junio.

Originaria del Norte y Sur de América, naturalizada en diversas partes del globo (VALDÉS *et al.*, 1987).

Crece en herbazales pisoteados en bordes de carreteras, caminos, etc.

Nueva cita para la isla de Tenerife.

Exsiccata y otras citas: TENERIFE: Anaga, carretera hacia el Batán cerca del Mirador del Moquinal, 900 *m.s.m.* (28RCS 7356), 24.06.2004, J.A. Reyes-Betancort (ORT 38569); borde pista hacia Roque Negro desde Las Casas de la Cumbre, (28RCS 7857), M.A. Padrón Mederos (ORT 38851); Pista Las Yedras (28RCS 7356), J.A. Reyes-Betancort (!).

- - - ■ T - - -

Boraginaceae

Heliotropium curassavicum L., *Sp. Pl.*: 130 (1753).

Florece y fructifica desde la primavera al otoño.

Procedente de América, se encuentra de manera local en la región Mediterránea (VALDÉS *et al.*, 1987).

En la isla de Tenerife la hemos observado en suelos salinos, próximos a la costa, participando en comunidades del cinturón halófilo (*Crithmo-Limonietea* Br. Bl. in Br.Bl., Roussine & Negre 1952), sin embargo en Fuerteventura es frecuente observarla en cauces de barrancos.

Nueva cita para Tenerife.

Exsiccata y otras citas: TENERIFE: Los Cristianos (28RCR 3004), 20.10.1996, G.M. Cruz Trujillo & J.A. Reyes-Betancort (TFC 40259); *Ibid.*, (28RCR 3004), 19.03.2006, J.A. Reyes-Betancort & M.A. Padrón Mederos (ORT 38857); Los Abrigos (28RCR 4301), 31.10.2004, M.A. Padrón Mederos (!).

- - - ■ T - F -

Convolvulaceae

Convolvulus siculus L., *Sp. Pl.*: 156 (1753).

subsp. ***agrestis*** (Hochst. ex Schweinf.) Verdc., *Kell Bull.* 12: 344 (1957).

[=*C. elongatus* Willd., *Enum. Pl. Hort. Berol.*: 205 (1809).]

Florece de marzo a junio (julio).

Norte de África e Italia (QUEZEL & SANTA, 1963); Cerdeña (TUTIN *et al.*, 1972); región Mediterránea y Macaronesia (VALDÉS *et al.*, 1987).

En pastizales y herbazales de lugares algo húmedos. Característica de *Sisymbretalia officinalis* J. Tüxen in Lohmeyer *et al.* 1962 *em.* Rivas-Martínez *et al.* 1991.

Nueva cita para Tenerife.

Exsiccata: TENERIFE: Bco. Juan López (28RCS 1732), 18.01.2004, M.A. Padrón Mederos (TFC 45190.); *Ibid.* (28CS 1732), 01.05.2004, *Ejurd.* (TFC 45273).

- - - ■ T C - L

Euphorbiaceae

Chamaesyce hypericifolia (L.) Millsp., *Publ. Field Columbian Mus., Bot. Ser.* 2: 302 (1909).

[=*Euphorbia hypericifolia* L., *Sp. Pl.*: 454 (1753).]

Florece y fructifica desde finales de primavera a verano.

Se distribuye desde Venezuela y Colombia hasta Georgia, Florida y Texas (EE.UU.) (CORRELL & JOHNSTON, 1970).

Posiblemente de reciente introducción, se desarrolla en ambientes antropizados como bordes de carreteras, parterres, etc.

Nueva cita para Canarias.

Exsiccata: EL HIERRO: Las Puntas (28RBR 0577), 31.03.2004, M.A. Padrón Mederos (TFC 45244). TENERIFE: Los Cristianos (28RCR 3004), 19.03.2006, J.A. Reyes-Betancort & M.A. Padrón Mederos (ORT 38870). GRAN CANARIA: Puerto de Mogán (28RDR 2477), 08.08.2004,

J.A. Reyes-Betancort (ORT 37614); Santa Lucía de Tirajana, en parterres (28RDR 4787), M.A. Padrón Mederos (TFC 45376). FUERTEVENTURA: Esquinzo, Jandía (28RER 6905), 08.02.2005, S. Scholz (TFC 46.000).

■H - - ■T ■C ■F -

Chamaesyce maculata (L.) Small, *Fl. South. U.S.*: 713 (1903).

[=*Euphorbia maculata* L., *Sp. Pl.*: 455 (1753).]

Es una planta tomentosa en sus partes vegetativas y también en las tricocas, donde presenta pelos cortos aplicados en la amplitud de las hojas carpelares. Muchos especímenes presentan una mancha purpúrea en las hojas, carácter que, aunque se da con frecuencia, no es constante en la especie.

Florece y fructifica a finales de verano (otoño).

Originaria de América del Norte, se encuentra naturalizada en Europa, Asia, N de Africa y Australia. (BENEDÍ *in* CASTROVIEJO *et al.*, 1997). Forma parte de las comunidades ruderales subnitrófilas que se desarrollan en suelos pisoteados próximos a la costa.

Sólo se han hallado unos pocos individuos viviendo en ambientes de pisoteo propios de la clase *Polygono-Poetea annuae* Rivas-Martínez 1975.

Nueva cita para Tenerife.

Exsiccatum: TENERIFE: La Laguna, San Benito (28RCS 7052), 10.09.2004, M.A. Padrón Mederos (TFC 45365).

- - - ■T C - -

Fabaceae

Hippocrepis constricta Kunze, *Linnaea* 16: 320 (1842).

[=*H. multisiliquosa* sensu Lid, *Skr. Vid.-Akad. Oslo* 23: 88 (1968), non L. (1753).]

Se ha hallado en flor y fruto en el mes de marzo.

Cabo Verde, Canarias, Marruecos, Argelia, Egipto, Arabia, Irán, Pakistán (DOMÍNGUEZ, 1976).

Frecuente en lechos arenosos-limosos y pedregosos de las ramblas y torrenteras de la región subtropical y mediterránea cálida (DOMÍNGUEZ, 1976). En Canarias se ha observado en zonas de escorrentías.

Nueva cita para El Hierro.

Exsiccatum: EL HIERRO: cercanías del Faro de Orchilla (28RBR 0577), 16.03.2005, M.A. Padrón Mederos (TFC 47401).

■H - - - C - -

Scrophulariaceae

Linaria micrantha (Cav.) Hoffmanns & Link, *Fl. Port.*, 1:258 (1809).

[=*Antirrhinum parviflorum* (Desf.) Willd., *Sp. Pl.*, ed. 4, 3 (1): 245 (1800), non Jacq. (1790).

=*Linaria parviflora* Desf., *Fl. Atl.* 2: 44, tab.137 (1798).

=*Linaria arvensis* subsp. *parviflora* (Desf.) Rouy, *Fl. Fr.* 11: 80 (1909).

=*Linaria arvensis* var. *micrantha* (Cav.) Baroni, *Guida Bot. It.*: 396 (1955), *comb. illegit.*]

Florece y fructifica desde febrero hasta abril.

Región Mediterránea: Portugal, España, Córcega, Cerdeña, Italia, Grecia, Rusia, África del Norte y Oriente Medio (VALDÉS, 1970).

Crece en campos de cultivo, pequeñas praderas de las laderas y cauces de barrancos. Propia de comunidades de herbazales *Stellarietea mediae* Tüxen, Lohmeyer & Preising *ex* von Rochow 1951.

Nueva cita para Tenerife y La Gomera.

Exsiccatum y otras citas: TENERIFE: Bco. Juan López (28RCS 1732), 18.01.2004, M.A. Padrón Mederos (TFC 45112). GOMERA: Montaña del Calvario (28RBS 7905), 5.10.2000, J.A. Reyes-Betancort & P.L. Pérez de Paz (TFC 47406).

-- ■ G ■ T - FL

Comentario: Según VALDÉS (1970), el género *Linaria* incluye cuatro secciones (*Arvenses*, *Pelisseriana*, *Linaria* y *Sepina*) para el grupo de las especies con semillas aladas. Nuestro material, ha sido asimilado a *L. micrantha*, taxón incluido en la sección *Arvenses* (Bentham) Wetts., y muy relacionado con la especie tipo de la misma.

El material de Tenerife ha sido recolectado fructificado, por lo que el carácter de “las corolas” ha sido obviado inicialmente, carácter éste que sirve para separar *L. micrantha* del resto de las especies de la sección. Sin embargo, el carácter de la morfología foliar así como la apreciación del color de las corolas en el campo, hace que nos inclinemos por *L. micrantha*.

L. micrantha fue citada por primera vez para Macaronesia (REYES-BETANCORT *et al.*, 1999) al haber sido hallada en la isla de Lanzarote (*Ibid.*). Posteriormente también ha sido recogida su presencia para Fuerteventura (SCHOLZ *et al.*, 2004).

Verbascum virgatum Stokes *in* With., *Arr. Brit. Pl.* ed. 2, 1: 227 (1787).

[=*V. blattarioides* Lam., *Encycl. Méth., Bot.* 4: 225 (1797).

=*V. celsiae* Boiss., *Voy. Bot. Midi Esp.* 2: 444 (1841).]

Florece y fructifica de mayo a julio (noviembre).

W de Europa (VALDÉS *et al.*, 1987).

En bordes de caminos y terrenos de cultivo, sobre suelos arenosos y pedregosos ácidos y húmedos. Característica de la subclase *Onopordenea acanthii* Rivas-Martínez, Báscones, T. E. Díaz, Fernández González & Loidi 2002 (RIVAS-MARTÍNEZ *et al.*, 2002).

Nueva cita para Gran Canaria

Exsiccatum: GRAN CANARIA: Llano de la Pez (28RDR 4005), 13.10.1995, M.C. León Arencibia, A. García Gallo & J.A. Reyes-Betancort (TFC 38429).

- P G T ■ C - -

LILIOPSIDA

Poaceae

Poa flaccidula Boiss. & Reuter, *Pugill. Pl. Nov.*: 128 (1852).

Florece de junio a agosto.

Distribución Mediterránea Occidental (TUTIN *et al.*, 1980).

Roquedos en la zona alta de la Isla de La Palma, en pinares y matorrales de alta montaña (ambientes de *Cisto-Pinion canariensis* Rivas-Goday & Esteve ex Esteve 1969 y *Spartocytisium supranubii* Oberdorfer ex Esteve 1973).

Nueva cita para La Palma.

Exsiccatum: LA PALMA: rezumaderos nitrófilos cerca de los Andenes, Cumbres de La Palma, 2.200 m.s.m. aprox. (28RBS 1683), 08.08.1998, P.L. Pérez de Paz (TFC 47404).

- ■ P - - - -

Comentario: Sobre la base de las distintas claves de determinación seguidas (TUTIN *et al.*, 1980; VALDÉS *et al.*, 1987) nuestro material concuerda con *Poa flaccidula*, especialmente por el indumento de las lemas. Sin embargo difiere de las descripciones consultadas en aspectos como el tamaño de la lígula e inflorescencias más compactas. La búsqueda y estudio de nuevo material así como la comparación con plantas del continente, es necesaria para ver la constancia de estos caracteres que en principio nos resultan diferenciales.

BIBLIOGRAFÍA

- ACEBES GINOVÉS, J. R., M. DEL ARCO AGUILAR, A. GARCÍA GALLO, M. C. LEÓN ARENCIBIA, P. L. PÉREZ DE PAZ, O. RODRÍGUEZ DELGADO & W. WILDPRET DE LA TORRE, V. E. MARTÍN OSORIO, M^a C. MARRERO GÓMEZ & M^a L. RODRÍGUEZ NAVARRO (2004). *Pteridophyta & Spermatophyta*: 96-143. In IZQUIERDO, MARTÍN, ZURITA & ARECHA VALETA (eds.). *Lista de especies silvestres de Canarias (hongos, plantas y animales terrestres)* 2004. Consejería de Política Territorial y Medio Ambiente Gobierno de Canarias.
- CASTROVIEJO, S., C. AEDO, C. BENEDÍ, M. LAÍN Z, F. MUÑOZ GARMENDIA, G. NIETO FELINER & J. PAVIA (eds.) (1997). *Flora Ibérica. Plantas vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares. 8: Haloragaceae-Euphorbiaceae*. Real Jardín Botánico. Madrid. 375 pp.
- CORRELL, D.S. & M. C. JOHNSTON (1970). *Manual of the vascular plants of Texas*. Texas Research Foundation. Renner, Texas. 1881 pp.
- DOMÍNGUEZ, E. (1976). Revisión de las especies anuales del género *Hippocrepis* L. *Lagascalia* 5 (2): 225-261.
- GARCIA GALLO, A. (1986). Contribución al estudio del género *Amaranthus* L. (*Amaranthaceae*) en las Islas Canarias. *Vieraea* 16: 237-244.
- PITARD, J. & P. PROUST (1908). *Les Îles Canaries. Flore de l'Archipel*. 502 pp.+19 pl. París.
- QUEZEL, P. & S. SANTA (1962-63). *Nouvelle Flore de l'Algerie et des Regions désertiques meridionales*. 1: 1-558 (1962), 2: 571-1170 (1963). Centre National de la Recherche Scientifique.
- REYES-BETANCORT, J. A. (1998). *Flora y vegetación de la isla de Lanzarote (Reserva de la Biosfera)*. Tesis Doctoral (inéd.). Dpto. Biología Vegetal, Universidad de La Laguna. 599 pp.

- REYES-BETANCORT, J. A., M. C. LEÓN ARENCIBIA & W. WILDPRET DE LA TORRE (1996). Adiciones a la flora vascular de la isla de Lanzarote (Islas Canarias). I. *Vieraea* 25: 169-179.
- REYES-BETANCORT, J. A., M. C. LEÓN ARENCIBIA & W. WILDPRET DE LA TORRE (1999). Adiciones a la flora vascular de la isla de Lanzarote (Islas Canarias). II. *Vieraea* 27: 67-76.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S., F. FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, J. LOIDI, M. LOUSA & A. PENAS (2001). Syntaxonomical checklist of vascular plant communities of Spain and Portugal to association level. *Itinera Geobot.* 14: 5-341.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S., T. E. DÍAZ, F. FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, J. IZCO, J. LOIDI, M. LOUSA & A. PENAS (2002). Vascular plant communities of Spain and Portugal. Addenda to the syntaxonomical checklist of 2001. *Itinera Geobot.* 15 (1-2): 1-922.
- RODRÍGUEZ DELGADO, O., M. J. DEL-ARCO AGUILAR, A. GARCÍA GALLO, J. R. ACEBES GINOVÉS, P. L. PÉREZ DE PAZ & W. WILDPRET DE LA TORRE (1998). *Catálogo sintaxonómico de las comunidades vegetales de plantas vasculares de la Subregión Canaria: Islas Canarias e Islas Salvajes*. 130 pp. Colección Materiales Didácticos Universitarios 2, serie Biología 1. Servicio de Publicaciones de La Universidad de La Laguna.
- SÁNCHEZ MONGE, F. (1991). *Flora Agrícola* 2 vols.: xv + 1972 pp. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.
- SCHOLZ, S., J.A. REYES-BETANCORT, H. SCHOLZ & W. WILDPRET DE LA TORRE (2004). Adiciones a la Flora Vascular de Fuerteventura (Islas Canarias). *Bot. Macaronésica* 25: 165-174.
- TUTIN, T. G., V. H. HEYWOOD, N. A. BURGESS, D. M. MOORE, D. H. VALENTINE, S. M. WALTERS & D. A. WEBB (eds.) (1964, 1972, 1976, 1980). *Flora Europaea* 1: *Lycopodiaceae-Platanaceae*, 464 pp. + mapp. (1964); 3: *Diapensiaceae-Myoporaceae*, 370 pp. + mapp. (1972); 4: *Plantaginaceae-Compositae* (and *Rubiaceae*), 505 pp. + mapp. (1976); 5: *Alismataceae-Orchidaceae*, 452 pp. + mapp. (1980). Cambridge University Press.
- VALDÉS GONZÁLEZ, B. (1970). Revisión de las Especies Europeas de *Linaria* con semillas aladas. *Anales Univ. Hispalense (Ciencias)*, 7: 1-288.
- VALDÉS GONZÁLEZ, B., S. TALAVERA & E. FERNÁNDEZ-GALIANO (eds.) (1987). *Flora vascular de Andalucía Occidental* 1: *Selaginellaceae-Primulaceae* 485 pp.; 2: *Crassulaceae-Dipsacaceae* 640 pp.; 3: *Asteraceae-Orchidaceae* 555 pp. Ketres Editora S.A. Barcelona.

VIERAEA	Vol. 35	51-56	Santa Cruz de Tenerife, octubre 2007	ISSN 0210-945X
---------	---------	-------	--------------------------------------	----------------

***Eryoneicus puritanii* Lo Bianco, 1903 en aguas de las islas de Cabo Verde (Decapoda, Reptantia, Polychelidae)**

FÁTIMA HERNÁNDEZ*, ALEJANDRO DE VERA*& MARÍA EUGENIA LEÓN*

Sección de Biología Marina (Museo de Ciencias Naturales de Tenerife). Organismo Autónomo de Museos y Centros. Ap. correos 853. Santa Cruz de Tenerife (Canarias). E-mail:fatima@museosdetenerife.org

HERNÁNDEZ, F., A. DE VERA & M.E. LEÓN (2007). *Eryoneicus puritanii* Lo Bianco, 1903 captured in waters of Cape Verde (Reptantia: Polychelidae: Decapoda). *VIERAEA* 35: 51-56.

RESUMEN: *Eryoneicus puritanii* ha sido recolectado en aguas de las islas de Cabo Verde en una muestra obtenida desde 1000 metros de profundidad hasta la superficie. Las larvas de *Eryoneicus* son raras en las pescas de plancton y las publicaciones sobre ellas son escasas. Por eso, cada hallazgo aporta datos de interés sobre distribución y batimetría, como han señalado previamente Hernández & Tiefenbacher (1999) para las islas Canarias.

Palabras clave: Crustacea, Decapoda, Polychelidae, *Eryoneicus puritanii*, Cabo Verde.

ABSTRACT: *Eryoneicus puritanii* has been collected in waters around Cape Verde Islands from a 1000 m depth sample to surface. *Eryoneicus* larvae are scarce in plankton hauls, as well as publications about them. Because of it, every finding gives interesting information about its distribution and bathymetry, as Hernández and Tiefenbacher (1999) point out previously for the Canary Islands waters.

Key Words: Crustacea, Decapoda, Polychelidae, *Eryoneicus puritanii*, Cape Verde.

INTRODUCCIÓN

Entre las primeras aportaciones al estudio de la fauna planctónica del archipiélago de Cabo Verde podemos destacar los trabajos sobre mysidáceos (Illig, 1930, Fage, 1941, Nouvel, 1943 y Tattersall, 1955, 1961), poliuetos (Apstein, 1900, Fauvel, 1916, Monro, 1936 y Støp-Bowitz, 1977), eufausiáceos (Meira, 1970) y copépodos (Paiva, 1963), si bien las dos últimas referencias sólo pueden considerarse aportaciones al conocimiento de la biodiversidad de aguas superficiales.

En el año 1998, el Museo de Ciencias Naturales de Tenerife (TFMC) organizó la Campaña “*TFMCBM/98 Cabo Verde*” con el objetivo de estudiar el plancton marino de la

zona. Los resultados obtenidos han sido plasmados en diversos trabajos publicados referentes a larvas de decápodos y nudibranquios (Lindley & Hernández, 1999a y b, 2000; Hernández *et al.*, 2000; Lindley *et al.*, 2001; 2002 y 2004, Lindley, 2003), poliquetos (Fernández Álamo *et al.*, 2003), anfípodos (Vinogradov *et al.*, 2004), medusas (León *et al.*, 2005) y mysidáceos (Wittmann *et al.*, 2004).

Ahora se examina material procedente de una segunda campaña en estas islas (“TFM CBM/05 Cabo Verde”), a fin de añadir nuevos registros para el plancton caboverdiano. Al igual que en el estudio anterior, el material recolectado procede de estaciones costeras situadas dentro del anillo que conforman las islas, y los arrastres llevados a cabo alcanzan los 1000 m de profundidad.

Durante un análisis preliminar de parte del material recolectado en esta última campaña, hemos identificado un ejemplar de *Eryoneicus puritanii*, raro poliquélido que Koukouras & Dounas (2000) relacionan con el estadio larvario de la especie bentónica *Polycheles typhlops*.

MATERIAL Y MÉTODO

La Campaña TFM CBM/05 Cabo Verde se desarrolló a bordo del buque Oceanográfico “Pixape IP”, propiedad del Gobierno de Canarias. Entre el 5 y el 16 de Junio de 2005 se recolectaron 33 muestras planctónicas mediante once arrastres verticales triples, efectuados desde mil metros de profundidad hasta la superficie y a una velocidad de 25 m/min. La red utilizada fue una triple WP-2, con una luz de malla de 200 µm y con flujómetros incorporados a la boca de cada unidad. Las muestras obtenidas fueron fijadas en formalina al 5% durante una semana, y transferidas posteriormente a etanol 70%. El ejemplar estudiado en este trabajo fue hallado en la muestra con código 11C05D-19 (Tabla I).

Estación	Muestras	Fecha	Hora (inicio/fin)	Longitud, Latitud	Profundidad del fondo
11C05D	19,20,21	11/06/2005	13:03 14:13	23° 07' 208" W 15° 58' 455" N	1158 m

Tabla I. Características del muestreo donde fue hallado el ejemplar de *Eryoneicus puritanii*, en la campaña TFM CBM/05.

RESULTADOS

El ejemplar sometido a estudio está completo y en buen estado de conservación. Los detalles morfométricos se relacionan en la Tabla II.

Registro de colección	Longitud total	Longitud cefalotórax	Longitud Antenas
TFM CBMZP/02989; DL/00731	31 mm	Ancho (parte posterior): 12 mm Largo: 13 mm	9 mm

Tabla II. Análisis morfométrico de *Eryoneicus puritanii* encontrado en las muestras de la campaña TFM CBM/05 Cabo Verde.

DISCUSIÓN

La mayoría de autores especialistas en la familia Polychelidae (Bouvier, 1940; Udekem d'Acoz, 1999; Kokouras & Dounas, 2000) relacionan los ejemplares del género *Eryoneicus* con algunos estadios larvarios de decápodos bentónicos de los géneros *Polycheles* y *Stereomastis*. Aún así, Williamson (1983) puntualiza que solamente a dos larvas de *Eryoneicus* (*E. kemp*i y *E. puritanii*) del área ICES se les puede atribuir la correlación con la especie *Polycheles typhlops*, mientras que otras dos (*E. scharffi* y *E. richardi*) permanecen sin asociar a ninguna especie concreta. González (1995) identifica como válido este género de poliquelidos, contabilizando para Canarias a *E. faxoni* y *E. richardi*.

No obstante, aunque la especie bentónica *Polycheles typhlops* está citada para Cabo Verde por Bouvier desde 1917 (*vide* Udekem d'Acoz, 1999), los especímenes de *Eryoneicus* se caracterizan por ser muy escasos en el plancton, convirtiéndose este ejemplar de *E. puritanii* en el primer registro de esta fase larvaria pelágica para la zona costera del archipiélago. Esta especie presenta una distribución a lo largo de todo el Atlántico Norte al haberse capturado ejemplares en latitudes, aún más meridionales, cercanas a Liberia (Bernard, 1953), encontrándose ocasionalmente en capturas de plancton en el Atlántico Norte Central como es el caso de Canarias (Hernández & Tieffenbacher 1999), y

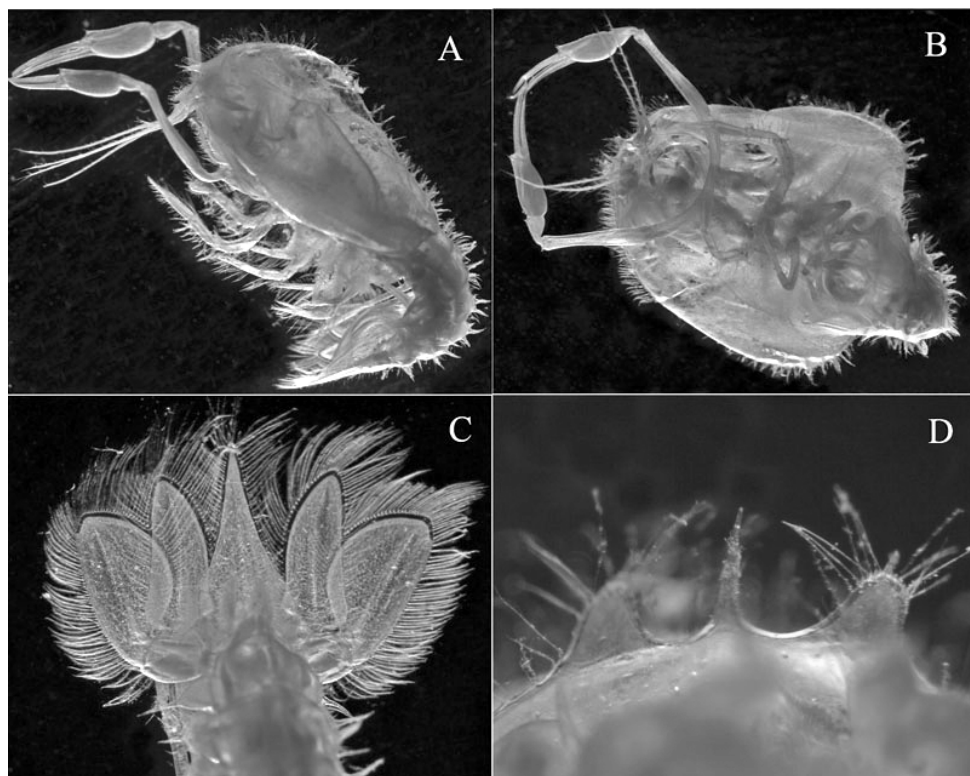


Fig. 1. *Eryoneicus puritanii*; A: Ejemplar completo; B: Visión ventral; C: Telson; D: Detalle de la espina central del grupo rostral.

en latitudes boreales, (Kotthaus, 1966), si bien los registros cercanos al Ártico sólo hacen referencia a adultos bentónicos de *P. typhlops*.

El ejemplar hallado ha sido identificado siguiendo los criterios de Williamson (1983) (ver detalles morfológicos en fig. 1).

De las escasas menciones realizadas en los últimos años, podemos señalar la de Hernández & Tieffenbacher (1999), en la que estos autores registran el hallazgo de dos exuvias en aguas de las islas Canarias. Estas exuvias, depositadas en las colecciones del TFMC, se corresponden morfológicamente con el ejemplar hallado en Cabo Verde, aunque en cualquier caso son menores en tamaño que este último (Tabla III).

Id TFMC	Estado	Longitud total	Localidad	Coordenadas	Fecha de recolección
00028 00002	Exuvia	10 mm	Fuerteventura	28°00' 44" N 14°23' 53" W	Septiembre 1995
00035 00003	Exuvia	10 mm	La Palma	28°40' 47" N 18°01' 01" W	Septiembre 1993
02989 00731	Ejemplar completo	31 mm	Cabo Verde	15°58' 45" N 23°07' 20" W	Junio 2005

Tabla III. Características de los ejemplares de *E. puritanii* existentes en las colecciones del TFMC.

AGRADECIMIENTOS

Nuestra más sincera gratitud a los Drs. C. d'Udekem d'Acoz, B. Galil, A. Lindley y D. Conway por sus aportaciones bibliográficas sobre este controvertido género, y a D. José Ignacio Santana por la ayuda y colaboración prestada durante los muestreos de la campaña *TFMCBMCV/05*.

BIBLIOGRAFÍA

- APSTEIN, C. (1900). Die Alciopiden und Tomopteriden der Plankton Expedition. *Ergebn. d. Plankton Exp.* 11: 1-61.
- BERNARD, F. (1953). Decapoda Eryonidae (*Eryoneicus et Willemoesia*). "Dana" Report.; 37:93 pp.
- BOUVIER, E.L. (1940). Décapodes Marcheurs. *Faune de France*, 37:404 pp.
- FAGE, L. (1941). Mysidacea Lophogastrida. I. *Dana Report.* 19: 1-52.
- FAUVEL, P. (1916). Annélides Polychètes pélagiques provenant des Campagnes de l'Hirondelle et la Princesse-Alice (1885-1910). *Rés. Camp. Sci. Monaco*, fasc. 48: 1-152.
- FERNÁNDEZ-ÁLAMO, M. A., F. HERNÁNDEZ, E. TEJERA & M. LEÓN (2003). Poliquetos pelágicos de las Islas de Cabo Verde. Resultados de la campaña TFMCBM/98, Proyecto *Macaronesia 2000*. *Revista de la Academia Canaria de Ciencias* XV (3-4):87-97.

- GONZÁLEZ PÉREZ, J.A. (1995). Catálogo de los crustáceos decápodos de las islas Canarias. *Turquesa Ediciones*. 282 pp.
- HERNÁNDEZ, F., S. JIMÉNEZ, M. A. FERNÁNDEZ-ÁLAMO, E. TEJERA & E. LÓPEZ (2000). Sobre la presencia de Moluscos Nudibranchios planctónicos en el Archipiélago de Cabo Verde. *Revista de la Academia Canaria de Ciencias* XII (3-4): 49-54.
- HERNÁNDEZ, F. & L. TIEFENBACHER (1999). The presence of *Eryoneicus puritanii* in waters off the Canary Islands (Decapoda, Reptantia, Polychelidae). *Bocagiana* (195): 1-5.
- ILLIG, G. (1930). *Die Schizopoden der Deutschen Tiefsee-Expedition*. Wissenschaftliche Ergebnisse der "Valdivia" Expedition, 22:399-620.
- KOKOURAS, K. & A. & C. DOUNAS (2000). Decapod Crustaceans new to the fauna of the Aegean Sea. *Crustaceana* 73, 497-502.
- KOTTHAUS, A. (1966). Erstnachweis von *Polycheles typhlops* (Decapoda reptantia) für isländische Gewässer. *Helgoland Marine Research* XIII (4): 348-353.
- LEÓN M. E., E. TEJERA, F. HERNÁNDEZ & D. CONWAY (2005). Medusas de las islas de Cabo Verde. Resultados de la CAMPAÑA TFMCBM/98. *Vieraea* 33
- LINDLEY, J.A. & F. HERNÁNDEZ (1999a). The occurrence in waters around the Canary and Cape Verde Islands of *Amphionides reynaudii*, the sole species of the order Amphionidacea (Crustacea: Eucarida). *Revista de la Academia Canaria de Ciencias* XI (3-4):113-119.
- LINDLEY, J. A. & F. HERNÁNDEZ, (1999b). A previously undescribed Callianassid larva from the Natural Sciences Museum collections. *Revista de la Academia Canaria de Ciencias* XI (3-4):105-111.
- LINDLEY, J. A. & F. HERNÁNDEZ, (2000). A previously undescribed zoea attributed to *Calcinus talismani* (Crustacea: Decapoda: Diogenidae). *Bocagiana* (201):1-5.
- LINDLEY, J. A., F. HERNÁNDEZ, E. TEJERA & S. JIMÉNEZ. (2001). Decápodos planctónicos (larvas y adultos) de las Islas de Cabo Verde (Campaña TFMCBM/98). *Revista de la Academia Canaria de Ciencias* XIII (4):87-99.
- LINDLEY, J. A., F. HERNÁNDEZ & E. TEJERA (2002). A zoea attributed to the Trapeziidae (Crustacea: Decapoda: Brachyura) from the Cape Verde Islands. *Revista de la Academia Canaria de Ciencias* XIV (3-4):213-217.
- LINDLEY, J. A (2003). A key to the Phyllosoma larvae of the Cape Verde Islands. *Publication of the Sir Alister Hardy Foundation for Ocean Science*: 9 pp.
- LINDLEY, J. A., F. HERNÁNDEZ, E. TEJERA & S. M. CORREIA (2004). Phyllosoma larvae (Decapoda: Palinuridea) of the Cape Verde Islands. *Journal of Plankton Research* 26(2): 235-240.
- MEIRA, C. (1970). Contribução para o estudo dos eufausiáceos do arquipélago de Cabo Verde. *Notas do centro de Biología aquática tropical (Junta de investigações do ultramar)*. 19:1-27.
- MONRO, C. A. (1936). Polychaete worms. *Discovery Report*. (12): 59-198.
- NOUVEL, H. (1943). Mysidacés provenant des campagnes du Prince Albert 1^o de Monaco. *Résultats des campagnes scientifiques du Prince du Monaco*. 105: 1-128, 5 pls.

- PAIVA, I. (1963). Contribuição para o estudo dos Copépodos Calanóides do Arquipélago de Cabo Verde. *Trab. Centro Biol. Piscat.* 41: 1-3.
- STOP-BOWITZ, C. (1977). Polychètes pélagiques des expéditions du “Willem Barendsz” 1946-1947 et 1947-1948 et du “Snellius” 1929-1930. *Zoologische Mededelingen*, 51(1):1-23.
- TATTERSALL, O. S. (1955). Mysidacea. *Discovery Report* (28): 1-190.
- TATTERSALL, O. S. (1961). Mysidacea from the coasts of tropical West Africa. *Atlantide Report* (6):143-159.
- UDEKEM D'ACUZ, C. d' (1999). Inventaire et distribution des crustacés décapodes de l'Atlantique nord-oriental, de la Méditerranée et des eaux continentales adyacentes au nord de 25°N. *Patrimoines naturels (M.N.H.N./S.P.N.)*, 40:383 p.
- VINOGRADOV, G., F. HERNÁNDEZ, E. TEJERA & M. E. LEÓN (2004). Pelagic amphipoda from the Cape Verde Islands (TFM CBM/98 Cruise). *Vieraea* 32: 7-27.
- WILLIAMSON, D. I. (1983). Decapoda, Larvae, VIII. *Fich. Ident. Zooplancton*, 167/168: 8 pp.
- WITTMANN, K., F. HERNANDEZ, J. DÜRR, E. TEJERA, J. A. GONZALEZ & S. JIMÉNEZ (2004). Epi to bathypelagic Mysidacea (Crustacea) off Cape Verde, Canary and Selvagens Islands (NE Atlantic). *Crustaceana* 76 (10): 1257-1280.

VIERAEA	Vol. 35	57-60	Santa Cruz de Tenerife, octubre 2007	ISSN 0210-945X
---------	---------	-------	--------------------------------------	----------------

Nota sobre *Ptychogena crocea* Kramp & Damas, 1925 en aguas de Cabo Verde (Laodiceidae: Leptomedusae: Cnidaria)

MARÍA EUGENIA LEÓN*, FÁTIMA HERNÁNDEZ* & ALEJANDRO DE VERA*

Sección de Biología Marina (Museo de Ciencias Naturales de Tenerife). Organismo Autónomo de Museos y Centros. Ap. correos 853. Santa Cruz de Tenerife (Canarias). E-mail: fatima@museosdetenerife.org

HERNÁNDEZ, F., M. E. LEÓN & A. DE VERA (2007). About *Ptychogena crocea* Kramp & Damas 1925 captured in Cape Verde (Laodiceoidae: Leptomedusae: Cnidaria). *VIERAEA* 35: 57-60.

RESUMEN: La medusa *Ptychogena crocea* Kramp & Damas, 1925 ha sido recolectada en aguas de Cabo Verde durante la campaña *TFMCBMCV/05*. Esta especie es rara y se conocen pocos registros, la mayoría en latitudes altas del hemisferio norte, por lo que su presencia en este archipiélago aporta datos de gran interés para su distribución a nivel mundial.

Palabras clave: Cabo Verde, Cnidaria, Leptomedusae, Laodiceidae, *Ptychogena crocea*.

ABSTRACT: A specimen of *Ptychogena crocea* Kramp & Damas, 1925 has been collected in waters around Cape Verde during the *TFMCBMCV/05* cruise. It is a very rare medusae and only few records are known, most of them recorded to high latitudes of the north hemisphere so its presence in the archipelago gives interesting information for its worldwide distribution.

Key Words: Cape Verde, Cnidaria, Leptomedusae, Laodiceidae, *Ptychogena crocea*.

INTRODUCCIÓN

La mayoría de los trabajos sobre medusas de archipiélagos atlánticos se han realizado a partir de campañas que han efectuado muestreos en estaciones alejadas de las islas, y si bien dichas campañas han llevado a cabo estudios exhaustivos de material oceánico, no han hecho referencia a capturas específicas en algunos de ellos. En un trabajo previo, León *et. al.* (2005) elaboran un amplio listado de especies a partir del material procedente de la campaña *TFMCBMCV/98* realizada en estaciones costeras de Cabo Verde, citando

23 especies nuevas y relacionando hasta el momento un total de cincuenta y seis registros para el área.

El estudio preliminar de muestras de una segunda campaña llevada a cabo en estas islas en junio de 2005 ha permitido recolectar esta rara medusa. Además de otros rasgos taxonómicos de la especie, el característico color *azafrán* de las gónadas facilitó la identificación de la misma.

MATERIAL Y MÉTODOS

Durante la campaña *TFMCBMCV/05* fueron recolectadas treinta y tres muestras de plancton mediante once arrastres verticales, efectuados desde mil metros de profundidad hasta la superficie. La red utilizada fue la triple WP-2 de 200 μ de luz de malla con flujómetro incorporado. Las muestras fueron fijadas en formalina al 5% y, posteriormente, transferidas a alcohol al 70%.

El ejemplar estudiado fue hallado en la muestra 05C05D-3 y registrado para las colecciones del Museo de Ciencias Naturales de Tenerife con el código de colección: TFMCBMZP/02801-TFMCBMME/00794.

Dada la escasez de referencias bibliográficas, para la diagnosis del ejemplar se ha utilizado la bibliografía de Kramp (1959).

Estación	Muestras	Fecha	Hora (inicio/fin)	Posición	Profundidad del arrastre
05C05D	1,2,3	05/06/2005	14:42 15:58	23° 08' 32" W 16° 14' 37" N	1000-0 m

RESULTADOS

Familia Laodiceidae Agassiz, 1862

Género *Ptychogena* Agassiz 1865

Ptychogena crocea Kramp & Damas 1925

El ejemplar de 9 mm de talla se encuentra en buen estado de conservación, y después de la fijación sigue manteniendo la coloración “*rojo-azafrán*” característica de la especie. La recolección de esta medusa ha aportado información novedosa en cuanto a su distribución, que se amplía notablemente para el Atlántico norte. Previamente Kramp (1959) la cita para la costa oeste noruega (1), si bien Pagès (*com. pers.*) observa tres ejemplares en el Golfo de Maine (Estados Unidos) (2) a 200 m de profundidad. Su presencia en Cabo Verde (3) constituye el primer registro para la zona. Ver mapa (figura 1).

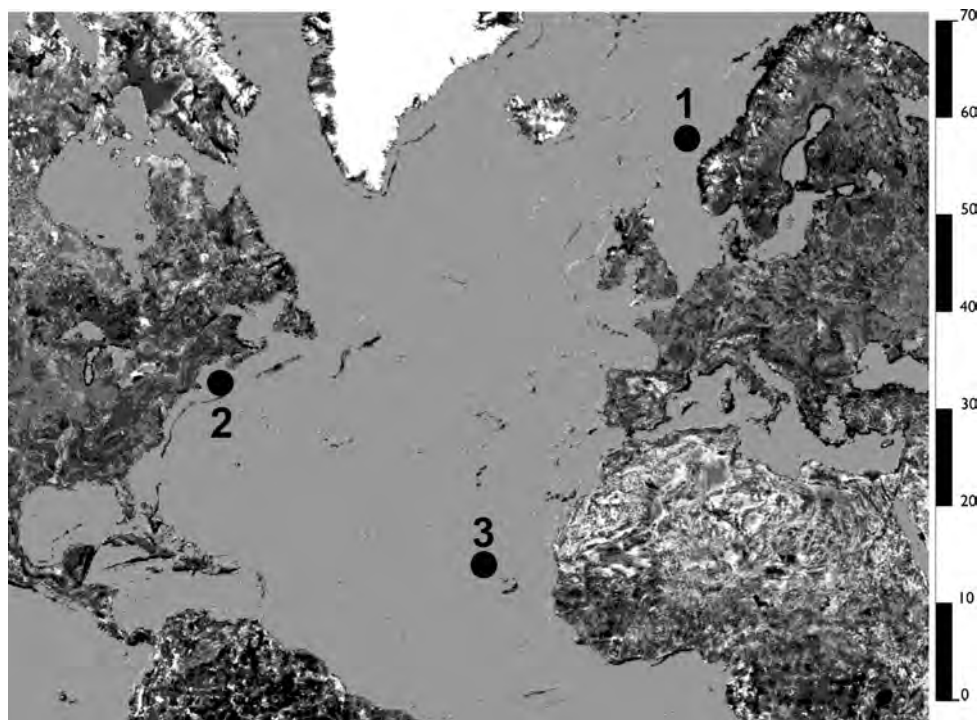


Fig. 1. Localización de *Ptychogena crocea* en el Atlántico Norte.

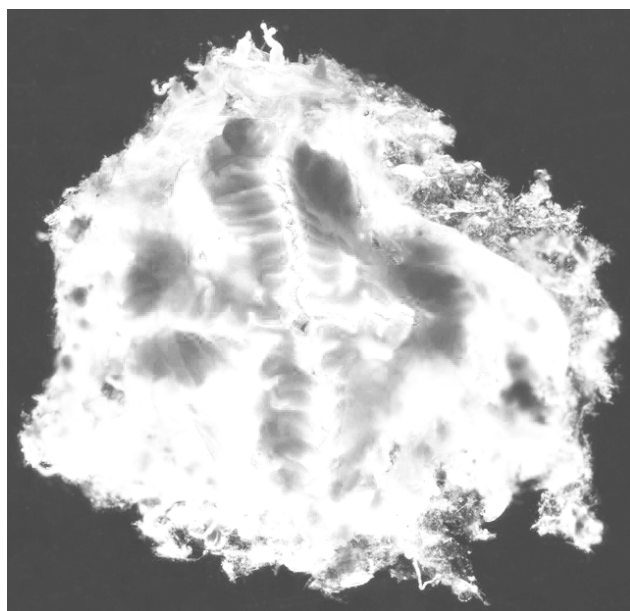


Foto 1. *Ptychogena crocea*

AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestro más sincero agradecimiento a los Drs. D. Conway y F. Pagès por los valiosos consejos prestados para la realización del trabajo. Asimismo, al Dr. Sebastián Jiménez Navarro y D. José I. Santana Morales por su apoyo desinteresado durante la campaña *TFMCBMCV/05 (Cabo Verde)*.

BIBLIOGRAFÍA

- LEÓN, M. E., E. TEJERA, F. HERNÁNDEZ & D. V. P. CONWAY (2005). Medusas de las islas de Cabo Verde. Resultados de la campaña TFMCBM/98 (Cabo Verde). *Vieraea* 33:11-28.
- KRAMP, P. L. (1959). The Hydromedusae of the Atlantic Ocean and adjacent waters. The Carlsberg Foundation's Oceanographical Expedition Round the world 1928-30 and previous "Dana"-Expeditions. *Dana-Report*. (46): 1-203.

VIERAEA	Vol. 35	61-76	Santa Cruz de Tenerife, octubre 2007	ISSN 0210-945X
---------	---------	-------	--------------------------------------	----------------

***Rhyncogonus* and *Laparocerus* (Coleoptera, Curculionidae, Entiminae), a parallel case of success in island evolution.
Report of a study trip to Moorea, Tahiti and Rurutu.**

ANTONIO MACHADO

c/ Chopin 1, 38208 La Laguna, Tenerife, Spain
Email: antonio.machado@telefonica.net

MACHADO, A. (2007). *Rhyncogonus* and *Laparocerus* (Coleoptera, Curculionidae, Entiminae), a parallel case of success in island evolution. Report of a study trip to Moorea, Tahiti and Rurutu. *VIERAEA* 35: 61-76.

ABSTRACT: This is a report of a study trip to the islands of Moorea, Tahiti and Rurutu to compare the Polynesian weevil genus *Rhyncogonus* with the Macaronesian genus *Laparocerus*, in the Atlantic. Both genera have radiated in these archipelagos, and the species are flightless and mostly single-island endemics. The general geological and environmental conditions in both archipelagos are briefly discussed and snapshots of both groups of weevils are provided. Common features are highlighted (wingless, endemism, etc.) as well as some differences observed (nocturnal versus diurnal activity, feeding amplitude, abundance, size, morphological diversity, etc.). Despite the richer ecological diversity of Macaronesia and the lack of competition in Polynesia, *Rhyncogonus* and *Laparocerus* can be considered as ecologically homologous. Both genera have succeeded in colonising their archipelagos, followed by intensive radiation. The concentration of endemics per island is higher in Polynesia congruent with its greater isolation. The highest species density in the Canaries is found in La Gomera, with 0.8 sp/km², while in Rurutu it is 0.12 sp/km². The record species density is achieved in *Rhyncogonus* on Rapa-Iti with 0.27 sp/km², this figure is further surpassed by the cryptorhynchine genus *Miocalles* with 1.67 sp/km² on that same island. A high number of closely related but well-differentiated species on a small isolated island could be explained as the product of repeated colonising events from a single source lineage (therefore, the monophyly), punctuated in time (punctuated allopatric speciation). Key-words: Macaronesia, Canary Islands, Rurutu, Tahiti, Moorea, Curculionidae, *Rhyncogonus*, *Laparocerus*, Speciation, Radiation, Endemism.

RESUMEN: El autor visitó las islas de Moorea, Tahiti y Rurutu para comparar el género polinésico de gorgojos *Rhyncogonus* con el género macaronésico *Laparocerus*, en el Atlántico. Ambos géneros han radiado en estos archipiélagos, y las especies son ápteras y en su mayoría endémicas de una sola isla. Se comentan las características geológicas y ambientales de ambos archipiélagos y se presenta una sinopsis de los dos géneros, destacándose los rasgos comunes (apterismo, endemidad, etc.) así como algunas diferencias observadas (hábitos nocturnos versus diurnos, amplitud alimenticia, abundancia, tamaño, diversidad morfológica, etc.). A pesar de la mayor diversidad ecológica de la Macaronesia y de la ausencia de competencia en la Polinesia, los *Rhyncogonus* y *Laparocerus* se pueden considerar como ecológicamente homólogos. Ambos géneros han tenido éxito en colonizar los archipiélagos, seguidos de una intensa radiación. La concentración de endemismos por isla es mayor en la Polinesia en coherencia con su mayor carácter oceánico. El valor más alto en Canarias se alcanza en La Gomera, con 0,8 sp/km², mientras que en Rurutu es de 0,12 sp/km². El record en *Rhyncogonus* se da en Rapa-Iti, con 0,27 sp/km², pero es superado en dicha isla por el género *Miocalles* con 1,67 sp/km². Un número alto de especies estrechamente emparentadas, pero bien diferenciadas, presentes en islas pequeñas y aisladas, puede explicarse como el producto de colonizaciones repetidas a partir de una misma y única fuente (de ahí la monofilia), pautadas en el tiempo (especiación alopatrida pautada).
Palabras clave: Macaronesia, Islas Canarias, Rurutu, Tahiti, Moorea, Curculionidae, *Rhyncogonus*, *Laparocerus*, especiación, radiación, endemismos.

INTRODUCTION

In *Curculio* (volume 50, March 2005) the featured researcher was Elin Claridge, a doctoral student of the University of California, Berkeley. I read about her research project on broad-nosed weevils in the genus *Rhyncogonus* Sharp, 1885 which occur on the Pacific Islands. Her interest was focused on the systematics and phylogeny of an island diversified group. To study evolution on oceanic islands is commonplace for many entomologists. In my case, I started a similar research project in 1999, on *Laparocerus* Schönherr, 1834 from Macaronesia (Azores, Madeira, Selvagens, and Canary Islands), in the Atlantic.

Obviously, I was very excited to learn of a analogous project being developed on islands in the antipodes and based on similar biological matter: broad-nosed weevils. Claridge (op.cit.) enumerated several striking reasons for her interest in *Rhyncogonus*: (1) it has successfully colonized some of the remotest oceanic islands in the world, despite being an atypical island colonist -species tend to be large, always flightless and generally slow moving, with soil-dwelling larvae, (2) species within the genus are almost exclusively single-island endemics, and are often restricted to a single valley or mountain top, (3) many islands have multiple endemic species. These circumstances can basically be applied *mutatis mutandi* to *Laparocerus*.

The opportunity of contrasting one's own experiences and ideas with another equivalent case is a very strong incentive for any scientist. Claridge has not yet published her results, nor have I finished mine. Thus, the only possibility was to discuss opinions directly with her and to see *Laparocerus*' partner-group *in natura*: an opportunity to compare! Are *Rhyncogonus* ecologically homologous to *Laparocerus*? How do they occupy the habitats? Are they nocturnal and abundant? Do they feed on specific plants or are they polyphagous? Are they monophyletic within each island? Has she found much variability in the mitochondrial genes sequences?... The array of intriguing questions was unbearable and it did not take long until I succumbed to temptation. Having financial support for my studies from the Fundación Biodiversidad (Madrid), I established contact with Elin Claridge, based in Moorea, and organised a short visit to French Polynesia in December 2005, a suitable collecting period. Needless to say, I thank the internet for existing.



Figure 2. Island of Moorea (Polynesia). The highest point is Mount Tohiewa (1,207 m).

The trip

The 30th of November 2005, after a 20,300 km flight departing from my home in the Canaries, I landed on Moorea with a delay of two days after being blocked in Paris to solve unexpected passport requirements for the US stop-over at Los Angeles.

As my departure was planned for the 12th of December, I decided to visit just two of the bigger islands: Tahiti (1,042 km², altitude 2,241 m) and Moorea (200 km², altitude 1,207 m), and the 600 km distant Rurutu (32.3 km²), which is quite small and not so elevated (altitude 422 m), but interesting as it is very isolated and has 4 species of *Rhyncogonus* (Gillespie et al. 2002). I spent my first three days in Moorea, using the facilities of the Richard B. Gump South Pacific Research Station of the University of California, which is the base-camp for Elin Claridge and a very convenient place to

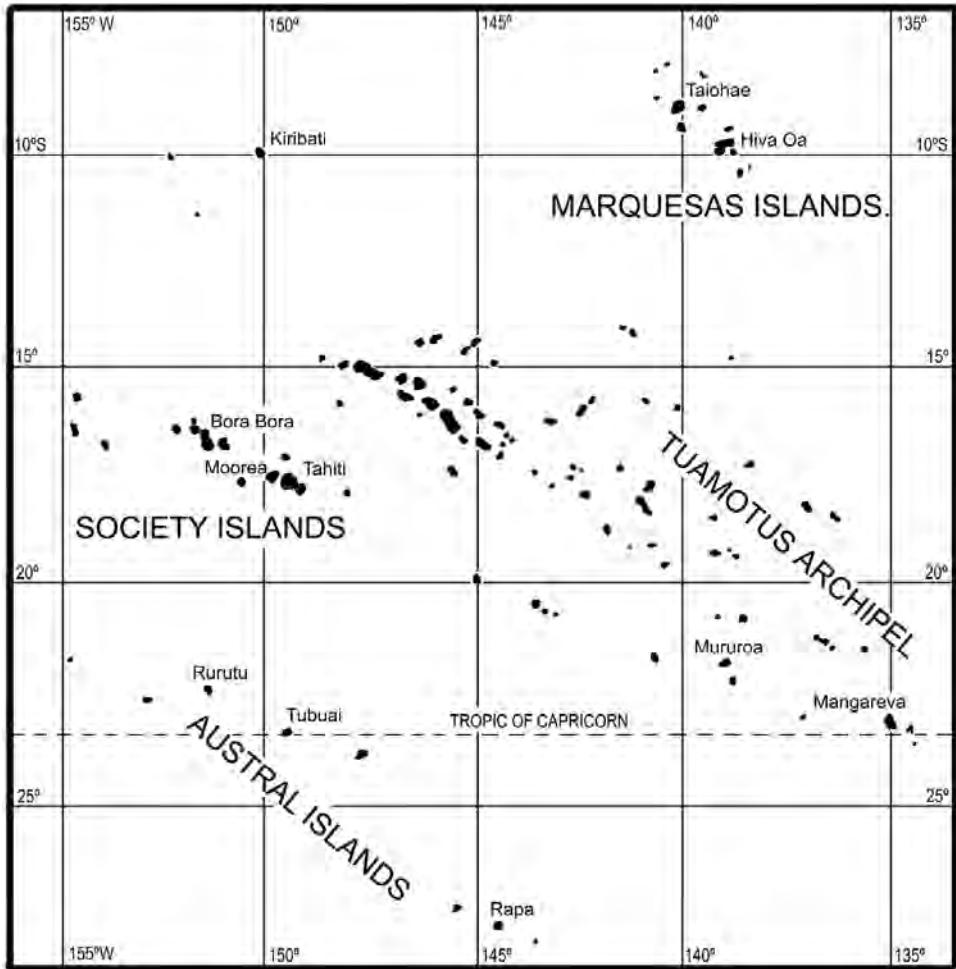


Figure 1. Map of Polynesia

stay and work. Three more days were dedicated to the island complex Tahiti/Tahiti-iti (two tangent volcanic islands), and for the last four days I enjoyed the hospitality of Elin's partner Viriamu Teurarii, staying at Pension Teautamatea in Rurutu, a dreamy place far away from the world and well-traveled tourist routes. Here, I would like to express my deep gratitude to both of them.

MACARONESIA VERSUS FRENCH POLYNESIA

The differences between both groups of islands are considerable. Macaronesia –in geographical terms– comprises five volcanic archipelagos in the Northern hemisphere, distributed in the East Atlantic from parallel 40°N to parallel 15°N: Azores, Madeira,

Salvages, the Canaries, and the Cape Verde. In all, there are 41 islands with a total surface of ca. 14,600 km². Only the Cape Verdes are located within the tropical belt, below the Tropic of Cancer (no *Laparocerus* present). The geological age spans from 1 to 26 myrs, and the shortest distance to continental land is found at Fuerteventura (Canaries), 110 km from Africa; the most distant is Flores (Azores) 1,600 km from Europe and 4,000 km from North America (Báez & Sánchez-Pinto, 1983). Except for the 12 small islets, all the other islands are inhabited (> 2,600,000 people in total). Tenerife, in the Canaries, is the largest island with 2,034 km² surface and 3,716 m altitude.

French Polynesia includes 118 oceanic islands –volcanic high islands and atolls– scattered between the Equator and the Tropic of Capricorn (latitudes 7°S – 27°S) in the middle of the Pacific. With a total terrestrial surface of 3,660 km², only six islands are larger than 100 km² and 76 are inhabited. They are grouped in four archipelagos: The Society Islands (with Bora-Bora, Tahiti and Moorea), the Marquesas to the North, the Australs southwards, and the large chain of 77 atolls known as the Tuamotus eastwards. Tahiti, the largest island, is situated at 5,000 km distance from Australia and 6,500 km from Chile. Age varies from very young seamounts to the oldest steps of the hot-spot island chain, atolls which can be considerably more than 20 my old in the Tuamotus. The present population of French Polynesia is ca. 240,000 inhabitants (Rogers et al. 2003).

The environmental diversity in Polynesia is low when compared with Macaronesia. Vegetation in the atolls is very uniform (with no *Rhyncogonus* present), and in the higher islands it grades from (1) sand-belt plants and trees, (2) a lowland tropical forest which has been completely destroyed and supplanted by gardens, cultivations and introduced species, and (3) a mountain subtropical forest, with a slightly dryer version and a very humid typical cloud forest¹. Rainfall is normally high, less from West (4,000 mm in Tahiti) to East (2,500 mm in Rurutu), with the rainy season running basically from October to February. There is no big temperature contrast between wet and dry seasons (Tahiti, coastal average 27°C).

In the Canaries –to choose the most eco-diverse archipelago from Macaronesia– one can find raw lava and ash fields (volcanism is still active), sand dunes, desert vegetation (< 100 mm, irregular rainfall), sub-desert shrub vegetation with cactus-like plants, thermophilous Mediterranean forest (mostly destroyed), laurel forest (an evergreen cloud-



Figure 3. Map of Macaronesia showing the distribution of *Laparocerus*

¹ For a more detailed account of vegetation, see Mueller-Dumbois & Fosberg (1998).



Figure 4. Mountains of Anaga in Tenerife (Canary Islands), 11 myrs old area and regional hotspot of biodiversity. It is the home of 15 species of *Laparocerus*.



Figure 5. Tahiti. *Left*: inaccessible mountain slopes in the interior. *Right*: the author collecting during the day on a ridge of Mount Marau, Tahiti, c.1,400 m (Photo Claridge).

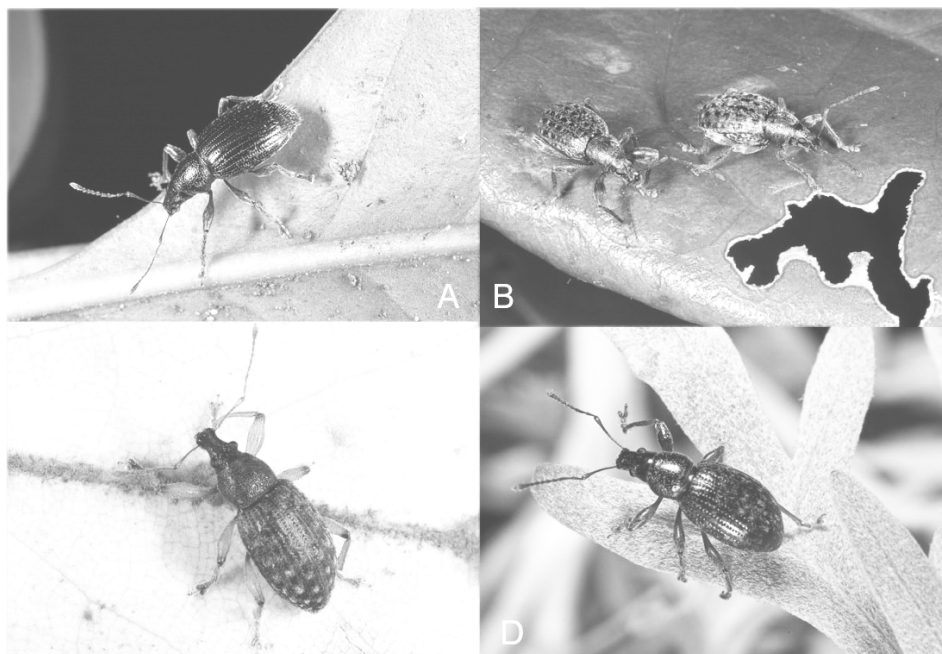


Figure 6. **A:** *Laparocerus grossepunctatus*, from Tenerife. **B:** *Laparocerus lamellipes*, from Madeira. **C:** *Laparocerus clavatus*, from Madeira, and **D:** *Laparocerus humeralis*, from La Gomera.

forest), pine forests, and a high-mountain scrub vegetation adapted to coldness and snowfall. Obviously, the Cape Verde have a more arid climate, while in the Azores the high latitude and oceanic rainfall influence is notorious (average rainfall 2,700 mm in São Miguel), the lofty elevations being dominated by *Sphagnum* mats. The seasons are much more marked, according to common temperate Mediterranean climate patterns.

In spite of being in the tropical realm, French Polynesia stands out for the disharmony of its flora (many plant families are absent), a circumstance that is directly linked to colonisation and the enormous distance to source continental areas. The depauperacy of the fauna is equivalent, lacking native representatives of several groups (bats, amphibians, reptiles, many insect families, etc.). In contrast, Macaronesia shows a much less oceanic character, particularly the Canaries, whose biota could hardly be termed as “truly-oceanic”. Conversely, in relative terms the level of endemism is higher in Polynesia. For instance, from a total of 65 breeding bird species, 10 are endemic to the Societies, 3 to the Australs and 13 more recorded as extinct (Fontaine et al. 1999), while in Macaronesia, from a total of some 100 breeding bird species, only 15 count as endemic (v. Clarke, 2006).

Another important difference between Macaronesia and French Polynesia is the amount of knowledge. The Macaronesian archipelagos are reasonably well prospected regarding their fauna and flora. Detailed geological and vegetation maps, comprehensive lists of all biota, etc. have been produced long ago and are regularly updated and improved. By comparison French Polynesia is very poorly studied. The one and only partial vegetation map can be found in the *Atlas de la Polynésie*

française, published by ORSTOM (1993) and it is at a large scale, though the Delegation de la Recherche is currently in the process of producing new and more comprehensive maps. Several groups, mainly invertebrates (i.e. parasitic Hymenoptera, Diptera Brachycera, micro-lepidoptera), are practically unknown (Paulian, 1998). Most of the work that has been carried out on the entomofauna has been part of the ongoing Pacific Biological Survey (PBS), which includes French Polynesia, and is mainly financed by the Bishop Museum of Hawaii (v. Englund, 2004). A current project, directed by Rosemary Gillespie at the University of California, Berkeley, coordinated by Elin Claridge at the Gump Station and financed by the National Science Foundation, USA, is an inventory of terrestrial arthropods in French Polynesia.

Perhaps, the inaccessibility of the interiors of some of the larger high islands – particularly the mountain tops– may partially explain the limited knowledge amassed. The population and agriculture in Moorea or Tahiti, for instance, is concentrated in the coastal and valley lowlands, as the mounting slopes above 100-200 m are void of human occupation, primarily because they are so precipitous and unsuitable for development. The roads and other infrastructures are very scarce or totally absent in the interior of the high islands. Consequently, the natural vegetation in the lowlands has been completely transformed and supplanted by cultivation or garden species, while the interior remains practically untouched, which is nothing comparable to the situation in the heavily-populated Macaronesian islands.

One would expect the inaccessible areas of the island interiors to be completely or quite natural, but this is not the case, thus contrasting with homologous inaccessible regions in Macaronesia. In the latter islands exotic species tend to be linked to human-made and altered environments; and invasive aliens –where present– are few and not so aggressively intruding into the natural environments. Surely linked to the strongly disharmonic biota of Polynesia, I observed a heavier impact of invasive aliens in the islands visited. In remote places one can easily find *Miconia calvescens* (the worst!), *Tecomia stans*, Malayan apple trees, guava trees, Gabon tulip trees, shampoo ginger, and the like, having been spread by birds or free-ranging domestic animals. Most of the insects that I casually collected in the forest were exotics! All the land birds in Rurutu are introduced, while the native birds have presumably disappeared. In other words, the “invasibility” of the Polynesian ecosystems seems to be much greater than in Macaronesia, and invasive species become more aggressive.

A snapshot of *Rhyncogonus*

“Weevils in the genus *Rhyncogonus* occur exclusively on oceanic islands in the Pacific, with a distribution that extends north-westwards from Pitcairn Island to Hawaii and Wake Island. All but one of the 127 described species in the genus are restricted to single island, though multiple species often occur on any one island” (Claridge & Roderick, 2001). In Hawaii there are 47 known species (Samuelson, 2003), and in French Polynesia 60, and to that add 16 new species discovered by Claridge (Marquesas 22, Society 16+13, Australs 22+3).

She is working in her molecular studies with both mitochondrial (COI, 12S, and 16S) and nuclear markers (EF). The group is monophyletic, but the individual archipelago faunas are not, and two or three different lineages may be coexisting on an island or

within a habitat. For instance, different lineages that share ancestry with the Cook Island and Hawaii are present in Tahiti. Tahiti is the largest island in French Polynesia (1,042 km², age 12.5 myrs) and has the largest number of species (14 spp.) with a density of 0.01 species per km². Undoubtedly a thorough survey of mountain tops in Tahiti (probably helicopter assisted) would increase these figures, but island-size and number of species does not always correlate positively, as generally thought. Rurutu, with only 32,3 km² has 4 species of *Rhyncogonus* (density 0.12 sp/km²), and Rapa-Iti, with 40 km² and 5 myrs age (Jarrad & Clague, 1977) bears the outstanding number of 11 species. This density of 0.27 sp/km² is a record in *Rhyncogonus*, but this figure is greatly exceeded by another weevil genus, *Miocalles* Pascoe, 1883 (Cryptorhynchinae), with 67 endemic species in Rapa! (Paulay, 1985). This is a density –if true– difficult to conceive (1.67 sp./km²). In Macaronesia, in *Laparocerus*, the highest species density is achieved on the island of La Gomera, with 0.08 sp /km².

A snapshot of *Laparocerus*

Laparocerus is the most diverse genus in Macaronesia. It is restricted to Madeira, Selvagens and the Canary Islands, with one species (probably a back-colonization) in northwest Morocco, facing the Canaries. They are not present in the Cape Verde islands and *Laparocerus* known from the Azores have been revealed to be an independent genus: *Drouetius* Méquignon, 1942. Conversely, the species of *Lichenophagus* Wollaston, 1854 described from Madeira and the Canaries fall within the monophyletic Madeiran and Canarian clades of *Laparocerus*, respectively. The systematic revision of the type material of previously described species concluded with 105 valid taxa, but additional 22 new species are pending publication, and another set, perhaps even larger, is in the pipeline. I cannot yet give exact figures of the final number of species, as the study is still ongoing.

Table I. Collecting results

<i>Rhyncogonus</i> sp.	Moorea: Moputa 350 m, 2-12-2005, 3 exx.
<i>Rhyncogonus opacipennis</i> .	Moorea: Moputa 350 m, 2-12-2005, 6 exx.
<i>Rhyncogonus nigroaeneus</i> .	Tahiti: Plateau de Taravao, 500 m, 4-12-2005, 14 exx.
<i>Rhyncogonus tuberosus</i> .	Tahiti: Mount Marau, 1400 m, 5-12-2005, 2 exx.
<i>Rhyncogonus testudineus</i> .	Tahiti: Mount Marau, 1400 m, 5-12-2005, 11 exx.
<i>Rhyncogonus ventralis</i> .	Tahiti: Mount Marau, 1400 m, 5-12-2005, 12 exx.
<i>Rhyncogonus corvinus</i> .	Tahiti: Mount Marau, 1200 m, 5-12-2005, 6 exx.
<i>Rhyncogonus tenebrosus</i> .	Rurutu: Plateau de Tetuanui, 220 m, 8-12-2005, 3 exx.
<i>Rhyncogonus excavatus</i> .	Rurutu: Plateau de Tetuanui, 220 m, 8-12-2005, 25 exx.
<i>Rhyncogonus tenebrosus</i> .	Rurutu: Mount Erai, 250 m, 10-12-2005, 5 exx.
<i>Rhyncogonus debilis</i> .	Rurutu: Mount Erai, 250 m, 10-12-2005, 15 exx.

The first is a new species discovered by E. Claridge, the rest were described by Van Dyke (1937) based on material collected in 1934 by the Mangarevan Expedition of Bernice P. Bishop Museum.

Most *Laparocerus* species and subspecies are single-island endemics, but a few are present in two or three nearby islands. *Rassen-* and *Arten-Kreise* (superspecies) are common in this genus. Most phenological groups have been genetically delimited and, at

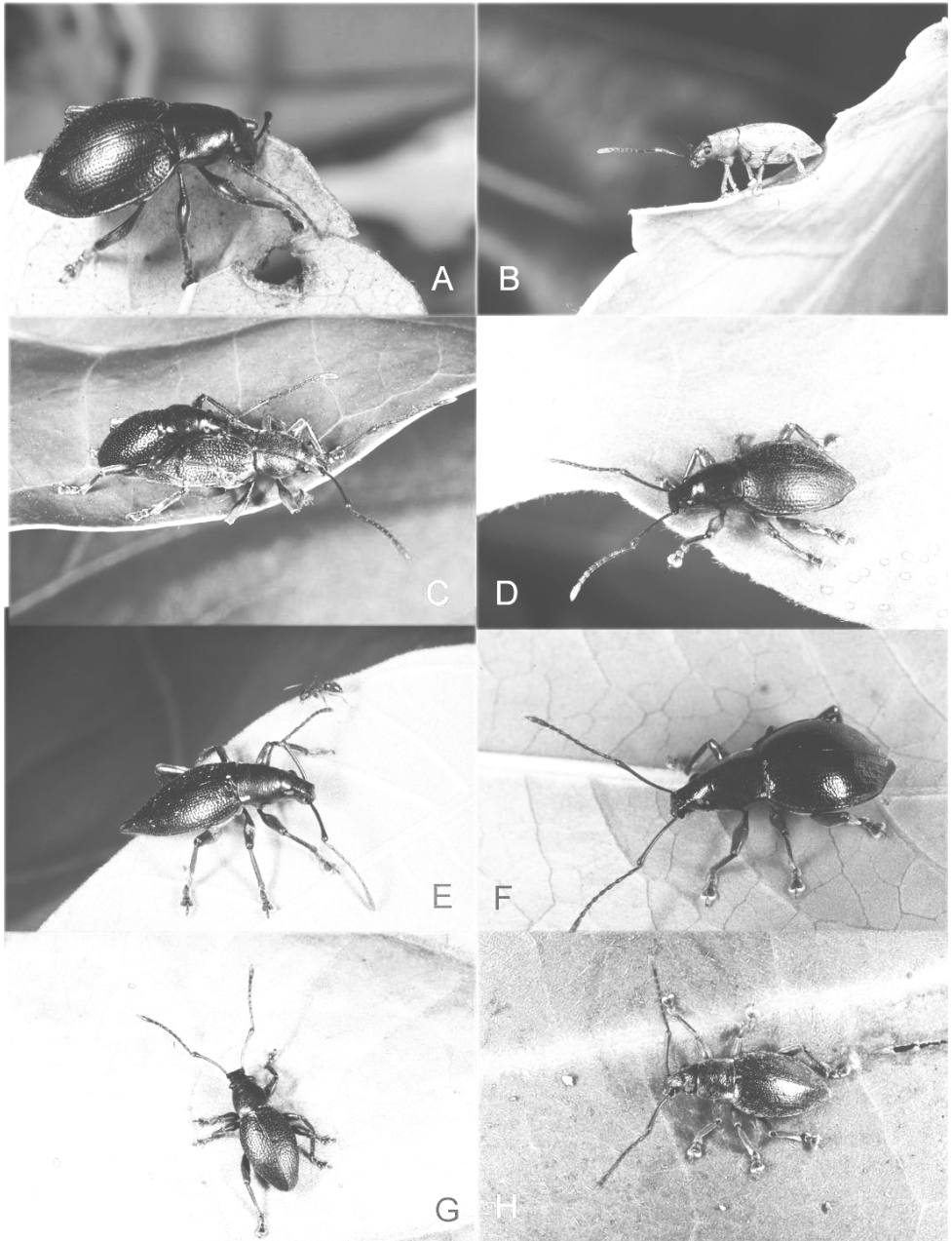


Figure 7. **A:** *Rhyncogonus corvinus* (Tahiti), feeding. **B:** *Rhyncogonus debilis* (Rurutu). **C:** *Rhyncogonus tenebrosus* (Rurutu), copulating. **D:** *Rhyncogonus opacipennis* (Moorea). **E:** *Rhyncogonus* sp. (Moorea). **F:** *Rhyncogonus nigroaeneus* (Tahiti). **G:** *Rhyncogonus excavatus* (Rurutu). **H:** *Rhyncogonus ventralis* (Tahiti).

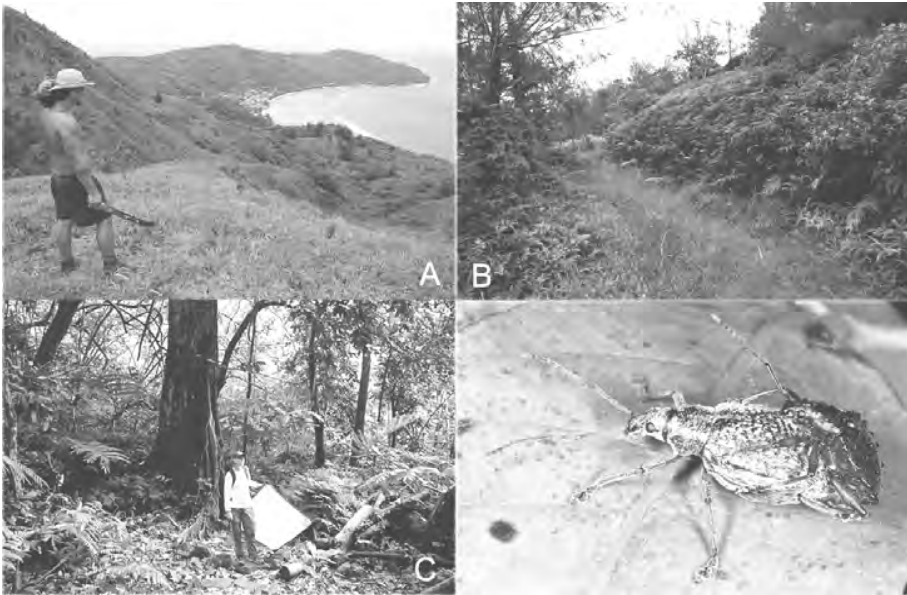


Figure 8. **A:** Island of Rurutu, view to the south end. **B:** Rurutu, habitat of *Rhyncogonus debilis*, at Mount Erai. **C:** Mountain forest at Belvedere (Moorea), with Elin Claridge. **D:** *Rhyncogonus tuberosus* from Tahiti, copulating. Notice the sex difference.

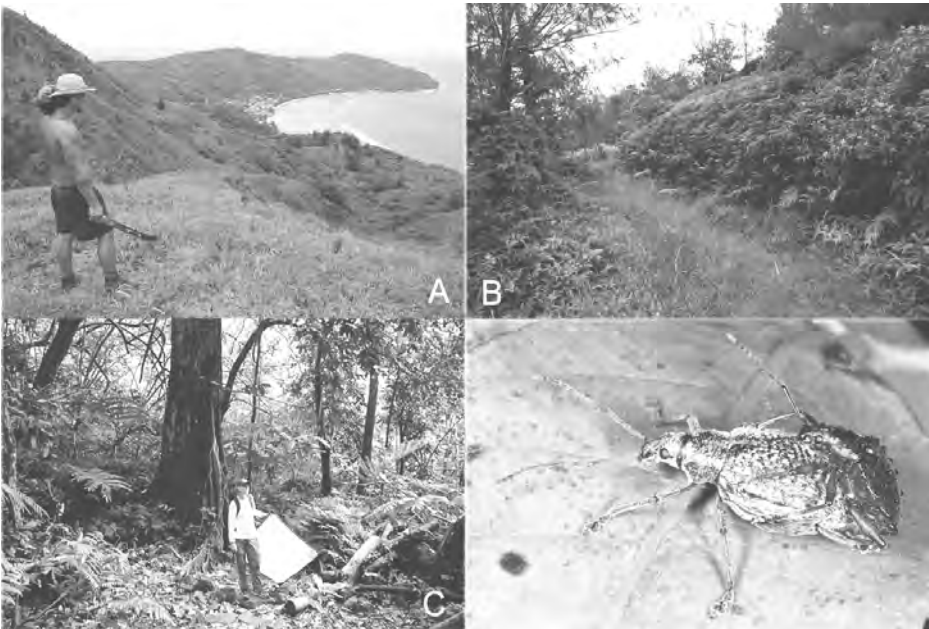


Figure 9. *Rhyncogonus excavatus* active at daylight on *Hibiscus tiliaceus*. **A:** copulating, **B:** resting on a leaf, and **C:** feeding on the flowers.— **D:** Feeding marks on the leaves made by another insect, not by *Rhyncogonus*.

present, I am struggling with the high systematics (how these groups are related). The molecular studies are being developed in collaboration with Mariano Hernández and his team, from the University of La Laguna, and are based on two mitochondrial markers (COII and RNA16S), partially complemented with the nuclear elongation factor. Variability in COII is very high as expected for an old group, and phenetic differentiation is not always accompanied by greater genetic distances. It will be fantastic to compare results with those of Claridge, once concluded.

IMPRESSIONS (NOT CONCLUSIONS)

During my short stay in French Polynesia I did collect only ten *Rhyncogonus* species (Table I), and this was thanks to Elin Claridge's guidance. With such scarce material and a few observations, one cannot derive much science, hence what follows are by no means to be considered conclusions. I noticed that Claridge is more genetic-oriented in her approach, and I am more naturalistic. Perhaps some of the impressions here expressed may help stimulate further research.

- In Polynesia, *Rhyncogonus* is replacing (vicariance?) the Melanesian genus *Elytrurus* Boisdouval, 1835, which usually has widely-distributed species, highly variable, and rarely single-island endemic. In Macaronesia, *Laparocerus* is playing the ecological role of *Otiiorhynchus* Schönherr, 1826 (a non-related genus) in Europe and North-Africa. The few *Otiiorhynchus* species in Macaronesia are introduced and rarely in natural habitats, at least in Madeira and the Canaries. *Rhyncogonus* and *Laparocerus* are not directly related, but they have been fully successful in colonizing oceanic islands, and can be considered ecologically homologous in their respective archipelagos.
- *Rhyncogonus* species seem to be all climbing leaf-eaters, while *Laparocerus* show a greater ecological spectrum. The majority are leaf-eaters, but there are a few ground-detritivores (leaf-litter), blind cavernicole species (feeding on roots), and, at least, three eu-edaphic species (to be described). This circumstance is coherent with the richer ecological diversity offered by Macaronesia. In Porto Santo (Madeira), there is even a beach species, *L. mendax*, dwelling in sand and feeding on *Tamarix*.



- *Rhyncogonus* species are on average larger (8-30 mm) than *Laparocerus* species (3-20 mm), which is a normal tropical trend. The standard body shape is less modified in *Rhyncogonus* than in *Laparocerus*, where the morphological adaptations to different ways of life are evident, particularly in subgenus *Lichenophagus* or in blind species. Curiously, the presence of emergent nodules on the elytra of *R. tuberosus* and *R. nodosus* have their counterpart in *Laparocerus mateui*. The usefulness of such structures is still a mystery to me.

- There is not much published information on the biology or phenology of *Rhyncogonus* in French Polynesia. Elin Claridge commented that she has found adults active almost all year around. In *Laparocerus*, there are clear phenological patterns, varying with altitude and, to some extent, with latitude. In low-land arid habitats, for instance, *Laparocerus* have a short 2-3 months winter-centred activity period; in the laurel forest one can find species active all year around, and in the upper mountains, activity shifts towards summer like in Madeira's forests (v. Machado & Aguiar, 2006). In general, *Laparocerus* are only active during the night, and that is not the case with *Rhyncogonus*. I collected adults by day as well as by night (in Hawaii they are basically nocturnal, *fide* Samuelson, 2003). It seems they do not fear predation. In Rurutu I was astonished by the behaviour of *R. excavatus* which does not drop quickly from the leaves when touched (it walks away), as is the normal case with weevils; and is surely the case of the *Rhyncogonus* species collected on Tahiti and Moorea. Surprisingly, when mounting my specimens, I observed bite predation-marks (an introduced rodent?) on the pronotum of one *R. excavatus*, and another on the tip of the abdomen of a *R. corvinus* specimen.
- *Laparocerus* species are, in general, oligophagous with clear preference for some plant genera, families or group of tree species. They rarely feed on introduced species. Of course, there are exceptions, and I have found a few *Laparocerus* occasionally accepting grapevines, apple trees, or chestnuts. There are also some apparently monophagous species, but, as said, this is not the rule. Therefore, I was surprised to find *Rhyncogonus* as happy on aliens as on native plants, even in natural habitats. They seem to be clearly more polyphagous, a good colonising strategy, but contradicting the putative adaptive radiation as well as their absence in the lowland-areas, at least of Tahiti and Moorea (not in Rurutu), where the native vegetation has been practically replaced by exotics (Saquet, 1996).
- More striking for me was the low abundance of the *Rhyncogonus* species, in comparison with *Laparocerus*, of which a few hours night collecting could easily give several hundred specimens, if so desired. Elin Claridge confirms that this is the case, isolated individuals or just groups in patchy distribution, with no apparent explanation why they are not in-between, if the vegetation does not change. In the Canaries or Madeira it is very easy to detect the presence of *Laparocerus* by their feeding marks on the leaves (v. Machado 2003). In the laurel forest, for instance, it is hard to find a single untouched tree. In Polynesia, the leaves of plants and trees are generally not damaged or scarcely damaged by herbivores, something remarkable taking in account the huge biomass available. Is it all processed by fungi on the ground? A conspicuous exception is the abundant tree *Hibiscus tiliaceus*. The broad leaves are riddled with small irregular holes (Fig 8 D). Van Dyke (1937 p. 117) includes a photograph of a *Piper* leaf with the same pattern attributing the damage to *Rhyncogonus excavatus*. As *Laparocerus* –and other Entiminae I know– always start feeding leaves at the border and never in the interior, I carried out a little experiment. I cut out several squares of *Hibiscus* and placed them in a jar with ten specimens of *R. excavatus* for two days. All feeding marks started at the border and none from the interior. I do not know the agent causing the riddled pattern on *Hibiscus*

and *Piper* leaves, as at the time of my visit it was not present. Attached is a sketch from my field book of the typical socks-like digitiform marks, in this case, of *Rhyncogonus aeneotinctus* on *Cinchonia pubescens* leaves. It could well have been made by a *Laparocerus*.

- Another possible explanation for the low abundance of *Rhyncogonus* could be a lower fertility. *Laparocerus* species lay many eggs (30-60) and are small. I opened the abdomen of three females of *R. excavatus* and found none, five and seven large eggs. This is a small sample that concludes nothing, but a question that merits study. I also noticed that the last two ventrites in the females' abdomens are soft and not sclerotised, like in *Laparocerus*. This may be related to a different egg-laying practice. Entiminae are known to have free ground dwelling larvae that feed on roots. *Laparocerus* lay their eggs directly in the ground. In Hawaii, *R. extraneus* and *R. blackburni* place clusters of 2-12 eggs on the plants; upon hatching in 8-15 days the larvae drop to the ground (Swezey in Samuelson, 2003), but Elin Claridge (pers. comm.) has found females from Marquesan species with muddy tidemarks on their abdomens, consistent with laying into the soil.
- I also found several acari (Trombidiformes) in the space between the elytra and the soft integuments of the abdomen. In *Laparocerus* this type of parasitic acari is always exposed, attached to the external integuments.

Some thoughts on island evolution

To complete this report, I want to share some thoughts on island evolution. Both *Rhyncogonus* and *Laparocerus* have been referred to as paradigmatic cases of explosive radiation on oceanic islands. It is clear to me that an original lineage colonising simultaneously (star-shape phylogeny!) or step-wise the several island of an archipelago, can produce a set of monophyletic vicariant species (geographical speciation). The striking question is the presence of many closely-related species in some single islands, and often, living together. This has been interpreted as (1) an adaptive radiation event by the splitting of the original lineage into different niches, (2) allopatric (geographic) speciation in ecologically isolated regions within the island, and (3) populations differentiated during isolation by temporary barriers (usually lava flows) that fall in secondary sympatry when the barrier disappears (*kipukas*, for instance, see Zimmerman, 2001). In comparison with French Polynesia, we have older island in the Atlantic with a more complex geological history that could have favoured allopatric intra-island speciation (case 2 and 3) as well as differentiated habitats driving adaptive radiation (case 1). However, the intra-island speciation in *Rhyncogonus* –i.e. 4 species in Rurutu, 11 in Rapa– is markedly higher when related to the size and ecological diversity of these islands. This fact could have been favoured by less competition (no other important leaf-eater groups), but is contradicted by the fewer ecological niches available. If there are not so many habitats to adapt to, how can these species swarms build, particularly on rather small islands? The case of *Miocalles* in Rapa (67 endemic species!) is unparalleled, and perhaps as their larvae are endophytic, one could expect strict plant-species counter-adaptations, in the sense of Ricklefs & Cox (1978). But the figures are still too high, and this hypothesis is surely not valid for *Rhyncogonus*, which are by far more generalists.

One plausible explanation is the following. If we have a small isolated island and it receives a few colonising individuals (founder effect), genetic drift could be a factor that favours a speedy differentiation. If the same source lineage colonises a second time, after a sufficiently long interval (favoured by distance) the newcomers may not interbreed with the already differentiated local population, and even force more differentiation as usually happens with secondary sympatry (competition?), or just simply produce redundancy. Genetic drift will still be acting. If a third colonising event happens, the speciation process could be repeated and so on, up to a theoretical saturation (?). The final result is a set of closely related but well-differentiated species that could be (and have been) interpreted as one single radiation case, but that in reality they are the product of repeated colonising events from a single source lineage (therefore, the monophyly), punctuated in time. One would expect such a process –that could be termed punctuated allopatric speciation– to happen the smaller the island is (to some extent), and the longer the distance from the one source area. Rapa and Rurutu fit the profile.

ACKNOWLEDGEMENTS

I wish to express my appreciation once more to Elin Claridge (U.C. Berkeley) for her invaluable assistance during my stay in Polynesia, for fruitful discussions on *Rhyncogonus*, and for revising this report. My thanks also to Marnie Knuth for checking the text in English, and to the Fundación Biodiversidad (Madrid) for financing this study trip.

REFERENCES

- BÁEZ, M. & SÁNCHEZ-PINTO, M. (1983). *Islas de fuego y agua. Canarias, Azores, Madeira, Salvajes, Cabo Verde. Macaronesia*. Edirca S.L., Santa Cruz de Tenerife. 182 pp
- CLARKE, T. (2006). *Birds of the Atlantic islands*. Christopher Helm, London, 368 pp.
- CLARIDGE, E. & RODERICK, G.K. 2001. *Rhyncogonus* weevils of the Pacific islands. *Online: http://esa.confex.com/esa/2001/techprogram/paper_2340.htm*
- ENGLUND, R.A. (2004). Report for the 2003 Pacific Biological Survey, Bishop Museum Austral Islands, French Polynesia Expedition to Tubuai and Rurutu. Bishop Museum, Honolulu 29 pp. [Contribution No. 2004-001 to the Pacific Biological Survey]
- FONTAINE, P. ET AL. (1999). *Manu. Les oiseaux de Polynésie*. Manu Société d'Ornithologie de Polynésie française, Papeete. 63 pp.
- GILLESPIE, R.G., RODERICK, G.K., CLARIDGE, E. & GARB, J. (2002). Spiders, beetles, landhoppers & flies: Expedition to Austral islands. University of California.
- JARRARD, R. V. & CLAGUE, D.A. (1977). Implications of Pacific islands and seamount ages for the order of volcanic chains. *Review of Geophysics and Space Physics* 15: 57-66.
- MACHADO, A. (2003). Sobre el método de coleccionar *Laparocerus* Schönherr, 1834 y el reconocimiento de sus marcas en las hojas (Coleoptera, Curculionidae). *Vieraea*, 31: 407-420.

- MACHADO, A. & AGUIAR, A. (2005). Phenology of *Laparocerus* species in Tenerife, Canary Islands (Coleoptera, Curculionidae). *Boletim do Museu Municipal do Funchal*, 56 (314): 5-21.
- MUELLER-DOMBOIS, D. & FOSBERG, F.R. (1998). *Vegetation of the tropical Pacific islands*. Springer Verlag, New York, 733 pp.
- PAULAY, G. (1985). Adaptive radiation on an isolated oceanic island: the Cryptorhynchinae (Curculionidae) of Rapa revisited. *Biological Journal of the Linnean Society* 26: 95-187.
- PAULIAN, R. (1998). *Les insectes de Tahiti*. Société Nouvelle des Éditions Boubée, Paris. 331 pp.
- ROGERS, H., CARILLET, J-B. & WHEELER, T. (2003). *Tahiti & French Polynesia*. Lonely Planet Publications, Melbourne, 288 p. 6th edition.
- RICKLEFS, R.E. & COX, G.W. (1972). Taxon cycles in the West Indian avifauna. *The American Naturalist*, 106: 195-219.
- SAQUET, J-L. (1996). *Flore de Tahiti*. Polymages, Papeete, 128 pp.
- SAMUELSON, G.A., (2003). *Review of Rhyncogonus of the Hawaiian Islands (Coleoptera: Curculionidae)*. Bishop Museum Press, Honolulu. 107 pp.
- VAN DYKE, E.C., (1937). *Rhyncogonus* of the Mangarevan Expedition. *Occasional papers of Bernice P. Bishop Museum, Honolulu*, 13 (11): 89-129.
- ZIMMERMAN, E.C. (1948). *Insects of Hawaii. 1. Introduction*. University of Hawaii Press, Honolulu. 205 pp [reissued 2001].

VIERAEA	Vol. 35	77-85	Santa Cruz de Tenerife, octubre 2007	ISSN 0210-945X
---------	---------	-------	--------------------------------------	----------------

Biological information and comments on *Halophila decipiens* meadows of the Canary Islands (Hydrocharitaceae, Magnoliophyta)

M^a CANDELARIA GIL-RODRÍGUEZ ¹, MARCELINO DEL ARCO ¹, WOLFREDO WILDPRET DE LA TORRE ¹
CARLOS L. HERNÁNDEZ-GONZÁLEZ ¹ Y RICARDO J. HAROUN ²

¹ *Departamento de Biología Vegetal, Área de Botánica.
Facultad de Farmacia. Univ. de La Laguna.*

38071 La Laguna, Tenerife. Islas Canarias, España. mcgil@ull.es

² *Departamento de Biología. Facultad de Ciencias del Mar.
Univ. de Las Palmas de Gran Canaria.
35017 Las Palmas, Gran Canaria, España.*

M^a CANDELARIA GIL-RODRÍGUEZ, MARCELINO DEL ARCO, WOLFREDO WILDPRET DE LA TORRE¹, CARLOS L. HERNÁNDEZ-GONZÁLEZ y RICARDO J. HAROUN (2007). Comentarios e información biológica sobre las praderas de *Halophila decipiens* amenazadas en las islas Canarias (Hydrocharitaceae, Magnoliophyta). *VIERAEA* 35: 77-85.

RESUMEN: *Halophila* Thouars es un género pantropical de plantas de pequeño porte que forman poblaciones en el sublitoral. *H. decipiens* Ostensfeld forma praderas que se localizan entre los 15-40 m en las costas canarias, y que constituyen la asociación *Halophiletum decipientis* Wildpret & M.C. Gil. *H. decipiens* es una especie protegida y ha sido considerada como planta de “interés especial” en el catálogo de las especies en peligro de plantas Canarias (BOC 2001 / 097). De similar forma *Halophiletum decipientis* ha sido considerado por la Comisión de las Comunidades Europeas, DG Environment, 1999, “Habitat del Interés Comunitario” (nº 111022). Comparte hábitat con *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson, también bajo protección, como “planta sensible a la destrucción de su hábitat”, BOC 2001 / 097, y *Cymodoceum nodosae* es considerado hábitat “de interés Comunitario” (nº 111021). En el presente trabajo se pone en evidencia la evolución y la posible amenaza del hábitat *Halophiletum decipientis* por la intromisión de *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* (Sonder) Verlaque, Huisman et Boudouresque, una clorofita invasora de origen australiano.

Palabras claves: Especies protegidas; especies invasoras; conservación; *Halophila decipiens*; *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*.

ABSTRACT: *Halophila* Thouars is a pantropical genus of small size seagrasses. *Halophila decipiens* Ostenfeld forms deep-water seagrass beds extending from 15-40 m in the Canarian coasts which constitute the association *Halophiletum decipientis* Wildpret & M.C. Gil. *H. decipiens* is a protected species that was considered as a plant of “special interest” by the Canary Islands Endangered Species Catalogue, BOC 2001/ 097, and *Halophiletum decipientis* was considered by the European Commission, DG Environment, 1999, “Habitat of Community Interest” (No 111022). It shares habitat with *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson, also considered under protection, as “sensitive to habitat disturbance”, BOC 2001 / 097, and the community *Cymodocetum nodosae* is also “Habitat of Communitarian interest” (No 111021). In this paper the evolution of *Halophiletum decipientis* in recent years is shown, and the possible threat of the habitat because of the introduction of *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* (Sonder) Verlaque, Huisman et Boudouresque, an invasive Australian chlorophyte, is considered.

Keywords: Endangered species; invasive species; conservation; *Halophila decipiens*; *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*.

INTRODUCTION

Seagrass meadows are characteristically found growing on unconsolidated substrata of marine environments in tropical and temperate regions. These flowering plant communities are considered among the most productive in the biosphere (McRoy & Mc Millan, 1977; Young, 1978; Bell & Westoby, 1989; Larkum *et al.*, 1989; Duarte & Chiscano, 1999; Hemminga & Duarte, 2000; Pavon-Salas *et al.*, 2000). Besides, their meadows serve as nursery and breeding grounds for diverse marine organisms (Young, 1978; Bell *et al.*, 1989).

Three marine phanerogams, *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson, *Zostera noltii* Hornemann and *Halophila decipiens* Ostenfeld are reported mainly from leeward subtidal sites of the Canary Archipelago (Haroun *et al.*, 2002, 2003). One of them, *H. decipiens*, was designated among the spermatophytes of “special interest” in the Canary Islands Endangered Species Catalogue, BOC 2001 / 097, Decret 151/2001. Furthermore, the community of *H. decipiens* (*Halophiletum decipientis*) is included as “Habitat of Community Interest” (No. 11102) (European Commission, DG Environment, 1999).

H. decipiens, with type locality at Gulf of Thailand off Koh Kahdat (Womersley, 1984; Guiry & Nic Dhonncha 2004), is the second most abundant vascular marine species in the Canary Archipelago, after *Cymodocea nodosa* (Pavón-Salas *et al.*, 2000). It has a pantropical distribution (www.algaebase.com.): Australasia (Womersley, 1984; Huisman, 2000); Pacific Ocean (Payri *et al.*, 2000); Brazil (Oliveira *et al.*, 1983); Caribbean Sea (Littler & Litter, 2000); N Atlantic Ocean, including Canary Islands (Haroun *et al.*, 2002, 2003).

The first report of *H. decipiens* from the Central-East Atlantic Ocean was done by Gil-Rodríguez & Cruz (1982) and Gil-Rodríguez *et al.*, (1982) from collections in few localities along the southeastern coast of Tenerife, and since then several new localities have been added. Later it was recorded for La Palma, in the harbour of Santa Cruz de La Palma between 6-9 m depth (Hernández-González & Gil-Rodríguez, 1993), and also in Gran Cana-

ria, in one locality of the SW coast (Puerto Rico, 19 m depth) (Betancort *et al.*, 1995; Pavón-Salas *et al.*, 2000). Moreira *et al.* (2004) found it growing locally from 20 to 40 m depth in two localities of the SE of Tenerife.

Recent surveys along the Canary coasts have resulted in a much extended knowledge of this interesting species. This study provides some ecological and chorological knowledge of *H. decipiens* meadows in the Canary Islands regarding to environmental status and habitat threatens.

MATERIAL AND METHODS

Study area: The Canary Archipelago is located in the Central East Atlantic Ocean, near to the Northwestern African Coast; the minimum distance with the continent is about 110 km. This volcanic archipelago is composed of seven main islands and several islets. Except in the case of Lanzarote and Fuerteventura, which share the same subtidal shelf, the sea-bottom may reach more than 2000 m depth among the islands. The older islands have wide insular shelves mainly located at the Southern and Southwestern coasts. Extensive sandy bottoms, suitable for seagrass meadows development, may appear in such areas.

Methods: Several transects were sampled between 20-30 m depth along the coast of Tenerife and Gran Canaria islands to characterize the community structure. The sampling was performed using 20 x 20 cm quadrats divided into subquadrats of 10 x 10 cm side (Fig. 1a, b). Phytosociological relevés chosen randomly were compiled following the protocol of the Zürich-Montpellier School (Braun Blanquet, 1979) (Table 1). Numbers in that table refers to the abundance/dominance index. The phytosociological nomenclature is according to Rivas-Martínez *et al.* (2001) for high level syntaxa. The association name and description is according to Rivas-Martínez *et al.* (2002).

At the same time, the frequency, abundance and density of *Halophila* plants in the sampled area was determined, in Tenerife Island (Table 2) following the quadrat method proposed by Dawes (1986, 1998), with quadrats of 18 x 18 cm divided into subquadrats of 2 x 2 cm (Fig. 1c, d), by using the following equations (Dawes, 1986: 400; 1998: 369):

$$\text{Frequency} = \frac{\text{Number of occupied quadrats / units}}{\text{Total number of quadrats / units}}$$

$$\text{Abundance} = \frac{\text{Total number of individual plants (aerial sprouts)}}{\text{Number of occupied quadrats / units}}$$

$$\text{Density} = \frac{\text{Number of individual species / unit area}}{\text{Total number of unit areas}}$$

Voucher specimens are kept in the TFC Herbarium at University of La Laguna (TFC no 43.298; 43.614-43.623; 43.800). Furthermore, underwater pictures of the community were taken on transects along the southeastern coast of Tenerife.

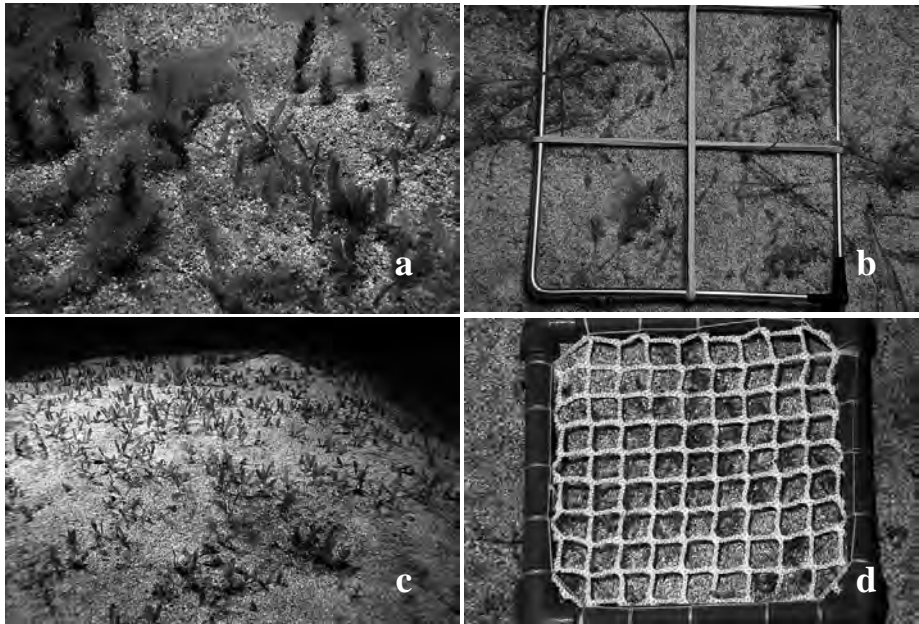


Fig. 1.- 1a: *Halophiletum decipiens*, with *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*.- 1b: 20 x 20 cm quadrat and 10 x subquadrats. 1c: *Halophiletum decipiens* general view.- 1d: 18 x 18 cm quadrat and 2 x 2 subquadrats.

RESULTS

The Canarian specimens of *H. decipiens* fit into the general description of the species, provided among others by den Hartog (1970, 1971) and Gil-Rodríguez & Cruz Simó (1982). *H. decipiens* (Hydrocharitaceae) is a monoecious small plant, with a slender rhizome not exceeding 1 mm in diameter, and internodes 0.5-4.5 cm long. Roots are 2-5 cm long and 0.2-0.5 mm thick. Both, solitary roots and leaves paired, born from sprouts at each node. Leaves elliptic-oblong, with a rounded apex, sometimes cuneate at the base, 5-10 mm in length and not more than 5 mm in width.

The distribution pattern of this species is enlarged to include a new locality in the E coast of Tenerife Island (at 20-25 m depth in Iguete de San Andrés) (Moreira *et al.*, 2004); in the SE coast of Gran Canaria (at 25 m depth in Playa del Cabrón, Arinaga; F. Espino and R. Herrera, *pers. com.*) below *Cymodocea nodosa* meadows and it is now first recorded for Gomera (Punta de la Herradura, at 19 m depth, TFC Phyc 43.800) and La Caleta (El Hierro, recorded by C.L. Hernández-González) where it is present only in small and isolated patches.

In the *Halophiletum decipiens* of San Andrés (E of Tenerife) stand (LIC “sebadales de San Andrés” ES 7020120) has been recently discovered *Avrainvillea canariensis* A. Gepps et E.S. Gepps an endemic chlorophyte species under protection, “sensitive to habitat disturbance” (BOC 2001 / 097).

The expansion of the community has been observed recently in the E and S of Tenerife (Moreira, *com. pers.*) as well as an important change in its composition, which now includes *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* (Sonder) Verlaque, Huisman et Boudouresque an invasive chlorophyta species of Australian origin, recorded as such in the Mediterranean basin from Port Menton, near Italy, to Marseille and now in the Canary Islands (Verlaque *et al.*, 2000, 2003, 2004).

Davis *et al.* (2001) reported a competition for nitrogen between the neotropical seagrass *Thalassia testudinum* Banks ex König, and the rhizophytic green macroalga *Halimeda incrassata* Lamouroux in the Florida Keys. Is a similar process operating between *H. decipiens* and *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* in the Canary waters? Further research is needed.

Halophiletum decipientis constitutes along the Canarian coast an oligospecific (sometimes monospecific) meadow community, in deep water, dominated by *H. decipiens*. The macroalgae *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* is frequent in the community, at least in subtidal areas of Tenerife Island. Sometimes *Cymodocea nodosa* as well as *Dictyota dichotoma* (Hudson) J.V. Lamouroux grow in the community (Pavon-Salas *et al.*, 2000). Apart from these plants, only some few epiphytes have been recorded.

Using two different complementary approaches we have tried to evaluate the floristic composition and other quantitative parameters of *Halophiletum decipientis* in Canary Islands. Table 1 shows details of this composition and the phytosociological adscription of the community.

Table 1. *Halophiletum decipientis* Wildpret & M.C. Gil 2002, *Syringodio-Thalasion testudinum* Borhidi 1996, *Thalassio-Syringodietalia filiformis* Borhidi, Muñiz & Del Risco in Borhidi 1996, *Halodulo wrightii-Thalassietea testudinum* Den Hartog ex Rivas-Martínez, Fernández-González & Loidi 1999.

Plot nº	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Depth (m)	22	25	23	22	21	20	22	30	26.5	25.5	25	19
Area (cm ²)	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
Cover (%)	60	25	15	15	45	20	40	15	15	15	60	20
Number of taxa	5	4	4	4	2	1	1	1	1	1	1	1
Character taxa:												
<i>Halophila decipiens</i> Ostenfeld	3	1	1	1	3	2	3	1	1	1	4	2
Companion taxa:												
<i>Caulerpa racemosa</i> var. <i>cylindracea</i> (Sonder)												
Verlaque, Huisman et Boudouresque	+	2	+		1							+
<i>Cymodocea nodosa</i> (Ucria) Ascherson					+						1	+
<i>Dictyota dichotoma</i> (Hudson) Lamouroux	2											
Epiphytes												
<i>Ulothrix flacca</i> (Dillwyn) Thuret in Le Jolis	+	+	+	+								
<i>Cyanophycota</i>	+	+	+	+								

Localities – Tenerife: 1.- Cueva de los Camarones; 2, 5, 9 and 10.- El Palm-Mar; 3 and 7.- La Arenita; 4 and 6.- Punta del Bocinegro; 8.- Cueva de La Rasca.

Localities – Gran Canaria: 11.- Playa El Cabrón; 12.- Puerto Rico.

Note: Epiphytes are indicated through presence / absence index.

The structure of the meadows is in evenly distributed homogeneous patches. The vertical distribution pattern of this species is between 6 and 40 m depth, 15-25 m depth being the most common. *H. decipiens* has been found growing on sandy and muddy bottoms.

Table 2, based in Tenerife populations, showing frequency, abundance and density data, refers to the dominant role played by *H. decipiens* in the community. It is still early to relate density of *H. decipiens* and presence of *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*, and monitoring tasks are required in the Canary Archipelago in the future.

Table 2 . *Halophiletum decipientis* Wildpret & M.C. Gil 2002 .

Plot nº	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Depth (m)	22	25	23	22	21	20	22	30	26.5	25.5
Area (cm ²)	324	324	324	324	324	324	324	324	324	324
Frequency (%)	88	54	55	70	76	53	74	24	49	37
Abundance	5.33	3.13	3.64	2.19	6.79	5.46	5.96	3.75	2.37	2.33
Density	4.70	1.70	2.02	1.54	5.19	2.90	4.91	0.92	1.17	0.86

Localities – Tenerife : 1.- Cueva de los Camarones; 2, 5, 9 and 10.- El Palm-Mar; 3 and 7.- La Arenita; 4 and 6.- Punta del Bocinegro; 8.- Cueva de La Rasca.

DISCUSSION

Halophiletum decipientis constitutes an important submerged community in the Canary Islands, which is probably spread on the sea bottom of all islands. This expansion seems to be related to the combined effect of some environmental factors, among them seawater temperature and substrate characteristics. In Tenerife, we have noticed an increase of the populations in the vicinity of fish cages for aquaculture farming.

In the Canary Islands as in other places [Ceccherelli *et al.*, 2000; Ceccherelli & Campos, 2002; Famà *et al.*, 2000; Modena *et al.*, 2000; Piazzini *et al.*, 2001; Verlaque *et al.*, 2000, 2003, 2004)] we have noticed an important change in the floristic composition of the community because of the progressive expansion of the invasive chlorophyta *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea*.

Because of the importance of this particular habitat, nowadays endangered because disturbance and introduction of an invasive algae, we call the attention in order to control the fish cages expansion and its possible relation to nutrients increase.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors wish to thank a D. G. González; A. Sancho; R. Linares, R. Herrera, F. Espino and Julio Afonso-Carrillo.

REFERENCES

- BELL, J.D. & WESTOBY, M. (1989). Abundance of macrofauna in dense seagrass is due to habitat preference, not predation. *Oecologia*, 68: 205-209.
- BETANCORT VILLALBA, M.J., GONZÁLEZ HENRÍQUEZ, M.N., HAROUN TABRAUE, R., HERRERA PÉREZ, R., SOLER ONÍS, E. & VIERA RODRÍGUEZ, M.A. (1995). Adiciones corológicas a la flora marina de Canarias. *Bot. Macaronésica*, 22: 75-89.
- BOC 2001/ 097. Boletín Oficial de Canarias nº 97 del 1.08.2001. Decreto 151 / 2001 de 23 de Julio por el que se crea el “Catálogo de especies amenazadas de Canarias”.
- BRAUN BLANQUET, J. (1979). *Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales*. H. Blume. Ed. Madrid. (Traducción al español).
- CECHERELLI, C., PIAZZI, L. & CINELLI, F. (2000). Response of non-indigenous *Caulerpa racemosa* (Forsskal) J.Agardh to the native seagrass *Posidonia oceanica* (L.) Delile: effect of density of shoots and orientation of edges of meadows. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 243: 227-240.
- CECHERELLI, C. & CAMPOS, D. (2002). Different effects of *Caulerpa racemosa* on two co-occurring seagrasses in the Mediterranean. *Bot. Marina*, 45: 71-76.
- DAVIS, B.C. & FOURQUREAN, J.W. (2001). Competition between the tropical alga, *Halimeda incrassata*, and the seagrass, *Thalassia testudinum*. *Aquat. Bot.*, 71: 217-232.
- DAWES, C.J. (1986). *Botánica Marina*. Ed. Limusa. México. 673 pp.
- DAWES, C.J. (1998). *Marine Botany*. John Wiley & Sons, Inc. New York...- 2nd ed. Unidet States of America. 480 pp.
- den HARTOG, C. (1970). *The seagrasses of the world*. North-Holland Pub., Amsterdam. 275 pp.
- den HARTOG, C. (1971). The dynamic aspect in the ecology of seagrass communities. *Thalassia Jugosl.*, 7: 101-112.
- DUARTE, C.M. & CHISCANO, C.L. (1999). Seagrass biomass and production: a reassessment. *Aquat. Bot.*, 65: 159-174.
- EUROPEAN COMMISSION, DG ENVIRONMENT (1999). *Natura 2000. Interpretation manual of European Union habitats*. Eur. 15/2. 119 pp.
- FAMÀ, P., OLSEN, J.L., STAM, W.T. & PROCACCINI, G. (2000). High levels of intra-and inter-individual polymorphism in the rDNA ITS1 of *Caulerpa racemosa* (Chlorophyta). *Eur. J. Phycol.*, 35: 349-356.
- GIL-RODRÍGUEZ, M.C. & CRUZ SIMÓ, T. (1982). *Halophila decipiens* Ostenfeld (Hydrocharitaceae) una fanerógama marina nueva para el Atlántico Oriental. *Vieraea*, 11: 207-216.
- GIL-RODRÍGUEZ, M.C., AFONSO-CARRILLO, J. & WILDPRET DE LA TORRE, W. (1982). Occurrence of *Halophila decipiens* Ostenfeld on Tenerife, Canary Islands. *Aquat. Bot.*, 12: 205-207.
- GUIRY, M.D. & NIC DHONNCHA, E. (2004). AlgaeBase version 2.1. World-Wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algabase.org>

- HAROUN, R., GIL-RODRÍGUEZ, M.C., DÍAZ DE CASTRO, J. & PRUD' HOMME VAN REINE, W.F. (2002). A Checklist of the marine plants from the Canary Islands, Central Eastern Atlantic Ocean). *Bot. Marina*, 45: 139-169.
- HAROUN, R., GIL-RODRÍGUEZ, M.C. & WILDPRET DE LA TORRE, W. (2003). *Plantas Marinas de las Islas Canarias*. Ed. Canseco. 319 pp.
- HEMMINGA M.A. & DUARTE, C.M. (2000). *Seagrass Ecology*. Cambridge Univ. Press, Cambridge. 298 pp.
- HERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, C.L. & GIL-RODRÍGUEZ, M.C. (1993). Nuevas citas para la flora marina de la isla de La Palma, Islas Canarias). *X Simposio Nacional de Botánica Criptogámica*. Universidad de La Laguna. Tenerife, Islas Canarias. 44 pp.
- HUISMAN, J.M. (2000). *Marine Plants of Australia*. University of Western Australia Press, Nedlands, Western Australia. 300 pp.
- LARKUM, A.W.D., MCCOMB, A.J. & SHEPERD, S.A. (1989). *Biology of Seagrasses. A treatise on the biology of seagrasses with references to the Australian region*. Amsterdam, Elsevier. 841 pp.
- LITTLER, D. S. & LITTER, M. M. (2000). *Caribbean Reef Plants. An identification guide to the reef plants of the Caribbean, Bahamas, Florida and Gulf of Mexico*. Offshore Graphics, Inc. Washington DC. 542 pp.
- McROY C.P. & McMILLAN, C. (1977). *Production ecology and physiology of seagrasses. Seagrass ecosystems: a scientific perspective*. New York C.P. Mc Roy and C. Helfferich, pp. 53-87.
- MODENA, M., MATRICARDI, G., VACCHI, M. & GUIDETTI, P. (2000). Spreading of *Caulerpa racemosa* (Forsskal) J. Agradh (Bryopsidaceae, Chlorophyta) along the coast of the Ligurian Sea. *Cryptogamie, Algol.*, 21: 301-304.
- MOREIRA-REYES, A., MONTERROSO, O., AGUIRRE, H., CRUZ-REYES, A., GIL-RODRÍGUEZ, M.C. & NÚÑEZ, J. (2004). Diversidad y estructura de *Halophiletum decipiens* en el LIC seadales de San Andrés (ES 7020120), Tenerife, islas Canarias. *Rev. Acad. Can. de Ciencias.*, XV, 3-4: 143-158.
- OLIVEIRA DE, E.C., PIRANI J.R. & GIULIETTI, A.M. (1983). The Brazilian seagrasses. *Aquat. Bot.*, 16: 251-267.
- PAYRI, C., N'YEURT, A.D.R. & OREMPULLER, J. (2000). *Algae of French Polynesia. Algues de Polynésie Française*. Au Vent des Iles Editions-Tahiti. 187 pp.
- PAVON-SALAS, N., HERRERA, R., HERNÁNDEZ-GUERRA, A. & HAROUN, R. (2000). Distributional pattern of seagrasses in the Canary Islands, Central-East Atlantic Ocean). *J. Coastal Research*, 16: 329-335.
- PIAZZI, L., CECCHERELLI, G. & CINELLI, F. (2001). Threat to macroalgal diversity: effects of the introduced green alga *Caulerpa racemosa* in the Mediterranean. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 210: 149-159.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S., FERNÁNDEZ GONZÁLEZ, F., LOIDI, J., LOUSÁ, M. & PENAS, A. (2001). Syntaxonomical checklist of vascular plant communities of Spain and Portugal to association level. *Itinera Geobotánica*, 14: 5-341.

- RIVAS-MARTÍNEZ, S., DÍAZ, T.E., FERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, F., IZCO, J., LOIDI, J., LOUSÁ, M. & PENAS, A. (2002). Vascular. Plant communities of Spain and Portugal. Addenda to the syntaxonomical Checklist of 2001. *Itinera Geobotánica*, 15: 115-116.
- VERLAQUE, M., BOUDOURESQUE, C.F., MEINESZ, A. & GRAVEZ, V. (2000). The *Caulerpa racemosa* Complex, Caulerpales, Ulvophyceae) in the Mediterranean Sea. *Bot. Marina*, 43: 49-68.
- VERLAQUE, M., DURAND, C., HUISMAN J.M., BOUDOURESQUE, C.F. & LEPARCO Y. (2003). On the identity and origin of the Mediterranean invasive *Caulerpa racemosa* (Caulerpales, Chlorophyta). *Eur.J. Phycol.*, 38: 325-339.
- VERLAQUE, M., AFONSO-CARRILLO, J., GIL-RODRÍGUEZ M.C., DURAND, C., BOUDOURESQUE, CH.F. & LEPARCO, Y., (2004). Blitzkrieg in a marine invasion: *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* (Bryopsidales, Chlorophyta) reaches the Canary Islands, (north-east Atlantic). *Biological Invasions*, 6: 269-281.
- WOMERSLEY, H.B.S. (1984). *The marine benthic flora of southern Australia. Part.I.* Government Printer, South Australia, Adelaide. 329 pp.
- YOUNG, P.C. (1978). Moreton Bay, Queensland: A nurse area for juvenile penaeid prawns. *Aust. J. Mar. Freshw. Res.*, 29: 55-75.

VIERAEA	Vol. 35	87-91	Santa Cruz de Tenerife, octubre 2007	ISSN 0210-945X
---------	---------	-------	--------------------------------------	----------------

Primer registro del prosobranquio *Terebra corrugata* (Lamarck, 1822) (Mollusca, Gastropoda) en el litoral de Canarias

ALEJANDRO MARTÍNEZ, JAUME MORA, ANA MARÍA PALMERO & JORGE NÚÑEZ

Universidad de La Laguna, Dpto. de Biología Animal, Laboratorio de Bentos, 38206 La Laguna, Tenerife, Islas Canarias

MARTÍNEZ, A., J. MORA, A. M. PALMERO & J. NÚÑEZ (2007). First record of the prosobranch *Terebra corrugata* (Lamarck, 1822) (Mollusca, Gastropoda) in the littoral coast of the Canary Islands. *VIERAEA* 35: 87-91.

ABSTRACT: *Terebra corrugata* (Lamarck, 1822) is firstly reported from the Canary Islands from a specimen collected in shallow waters in Radazul (Tenerife). As the species typically inhabits tropical and subtropical areas, the register is related to the increase in sea temperature around the Canary Islands. This fact it is also supported by the recent reports of other tropical species in the archipelago, as the opisthobranch mollusc *Micromelo undatus* (Brugière, 1792) or the gobiid *Gnatholepis thompsoni* Jordan, 1904. Description and original iconography of the reported species is included.

Key words: Gastropoda, Terebridae, Canary Islands, tropicalization.

RESUMEN: Se cita por primera vez para las islas Canarias el gasterópodo prosobranquio *Terebra corrugata* (Lamarck, 1822) a partir de un ejemplar recolectado en aguas someras del litoral de Radazul, en la costa este de Tenerife. Por tratarse de una especie que habita latitudes de aguas más cálidas, se relaciona este hecho con el aumento de las temperaturas de las aguas de Canarias en los últimos años, que viene siendo corroborado por la presencia de poblaciones de otras especies del ámbito marino que han llegado a colonizar de un modo natural ambientes litorales costeros de las islas como por ejemplo, el molusco opisthobranchio *Micromelo undatus* (Brugière, 1792) o el góbido *Gnatholepis thompsoni* Jordan, 1904. Se incluye la descripción e iconografía del ejemplar estudiado.

Palabras clave: Gastropoda, Terebridae, islas Canarias, tropicalización.

INTRODUCCIÓN

Terebridae es una familia de gasterópodos prosobranquios con más de 300 especies (Abbott, 1962) de distribución circumtropical, aunque el número está en aumento con los descubrimientos recientes (Aubry, 1984, 1992a, 1992b y 1999). Son predatoras de hábitos nocturnos que colonizan los fondos blandos arenosos y lodosos en los que permanecen enterradas durante el día. Aunque todas las especies son carnívoras, existe una gran diversidad de estrategias alimenticias en el grupo, y muchas llegan a carecer de rádula (Bratcher & Cernohorsky, 1987).

Antecedentes sobre la presencia de elementos de la familia Terebridae en Canarias, se encuentran en Nordsieck & García-Talavera (1979), donde se cita la presencia de una sola especie, *Hastula lepida* (Hinds, 1843). En la región oeste africana se conocen unas 17 especies de la familia (7 del género *Terebra* y 6 de *Hastula*) (Bouchet, 1982), si bien la mayor diversidad de la familia se localiza en la región Indopacífica, donde habitan la mayoría de las especies.

En el presente trabajo se cita por primera vez en Canarias la presencia de un ejemplar vivo de *Terebra corrugata*, lo que amplía el límite de distribución septentrional de la especie, hasta el momento sólo conocida en la costa oeste africana, en un área que abarcaba desde Senegal al golfo de Guinea e incluía los archipiélagos de Cabo Verde y Santo Tomé y Príncipe. Se relaciona este nuevo hallazgo en Canarias con el aumento de temperatura de las aguas del Archipiélago, asociado a fenómenos globales de calentamiento, si bien el registro de un sólo ejemplar no permite confirmar este hecho por el momento. Otras especies tropicales, como el opistobranquio *Micromelo undatus* Brugière, 1792 o el góbido *Gnatholepis thompsoni* Jordan, 1904, ya han formado poblaciones estables en las islas a causa de este fenómeno.

MATERIAL Y MÉTODOS

El material estudiado se recolectó a mano durante el transcurso de una serie de inmersiones nocturnas con equipo de buceo autónomo, realizadas en el litoral de Radazul (costa este de Tenerife) a 12 m de profundidad. Las fotografías del ejemplar se tomaron *in situ* con una cámara digital equipada con una carcasa. Las fotos de laboratorio se realizaron *in vivo* utilizando una cámara digital acoplada a una lupa binocular Carl Zeiss-Citoval 2.

La altura máxima del ejemplar se midió como la longitud total de la columela, mientras que la anchura corresponde al valor máximo obtenido en la última vuelta y medido perpendicular a la altura. Otras medidas como la apertura y última vuelta se realizaron como proyecciones sobre la altura máxima, manteniendo el eje de la concha perpendicular.

El único ejemplar estudiado hasta el momento se ha mantenido vivo en los acuarios del Laboratorio de Bentos, en el Departamento de Biología Animal de la Universidad de La Laguna.

RESULTADOS

PROSOBRANCHIA Milne-Edwards, 1848

CONOIDEA Fleming, 1822

TEREBRIDAE Mörch, 1852

Terebra corrugata (Lamarck, 1822)

(Figuras 1 y 2)

Bouchet, 1982, página 188-189, fig. 1, 17-18; Rolán, 2005; página. 174, lámina 54, fig. 808.

Material estudiado.- TENERIFE: Radazul, coordenadas 28°24'01"N, 16°19'27"W a 12 m de profundidad, en fondo arenoso, col. J. Mora y A. Martínez. Diciembre, 2006.

Descripción.- Concha muy alta y estilizada, formada por 31 vueltas (Fig. 2A). Altura de 112 mm y 31 mm de anchura máxima. Protoconcha lisa y más oscura que la teloconcha, formada por 3 vueltas sin escultura apreciable. Teloconcha con 28 vueltas de anchura creciente. Banda subsutural prominente y ligeramente crenulada. Escultura axial limitada a líneas sinuosas de crecimiento, con la misma forma que el labio externo. Última vuelta de 21 mm de altura. Apertura piriforme, aguzada hacia el ápice, con el labio fino y sinuoso (Fig. 2B, C). Altura máxima de la apertura 12 mm. Columela lisa, con un ligero pliegue en posición mediana. Canal sifonal corto, curvado hacia el dorso y con un cordón liso longitudinal en la zona media. Concha de color crema, con manchas castaño oscuro en toda su superficie. Las manchas de la zona principal de las vueltas forman bandas constituidas por parejas alineadas en sentido axial. En la zona de la banda subsutural, las manchas son más pequeñas y se disponen en banda espiral. La región columelar presenta un tono más intenso, próximo al naranja. El cuerpo del animal es de color amarillento, con un sifón corto y ligeramente más claro que el resto del cuerpo (Fig. 1). Opérculo de pequeño tamaño, de color castaño, con el núcleo más oscuro y el margen casi transparente.

Distribución.- Oeste de África, desde el Senegal al norte de Angola. Cabo Verde e islas del Golfo de Guinea. Islas Canarias: Tenerife.

Hábitat.- Fondos arenosos y arenoso fangosos infralitorales.

Observaciones.- El ejemplar se localizó semienterrado en un sustrato arenoso a 12 m de profundidad durante una inmersión nocturna (Fig. 2D). Una vez trasladado a un acuario el ejemplar mostró un comportamiento críptico, enterrándose rápidamente en el sedimento del mismo y desapareciendo por completo. Se mostró activo sólo en horas nocturnas,

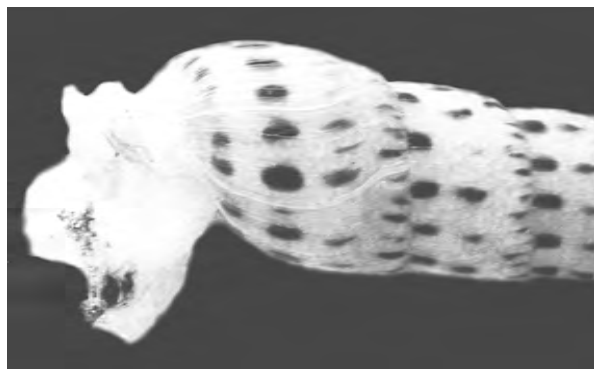


Figura 1. *Terebra corrugata*. Coloración del ejemplar vivo.

aunque la actividad observada se limitó al desenterramiento y ligero desplazamiento. Su posición se mantuvo más o menos constante los días en los que se realizaron las observaciones. El proceso de excavación y enterramiento lo realiza empezando por la vuelta principal, una vez introducida ésta en el sustrato, el animal se ancla con el pie y tira del resto del cuerpo, que se va enterrando progresivamente con cada contracción.

CONCLUSIONES

Terebra corrugata, como casi todas las especies de la familia, presenta un área de dispersión relativamente grande, favorecida por la presencia de fases larvarias planctotróficas en su desarrollo (Bouchet, 1981 y 1982). Este tipo de dispersión se deduce del número de vueltas y estructura de la protoconcha, de tipo multiespiral y terminada en un surco sinuoso, debido al velo de la fase velígera (Gofas, 1998).

La ausencia de esta especie en Canarias, región que se encuentra dentro de su área de distribución potencial, puede deberse a algún factor ecológico limitante, de los cuales, el más obvio es la temperatura del agua, anómalamente fría en nuestro Archipiélago por los fenómenos de afloramiento en la costa sahariana y la corriente de Canarias procedente del norte.

Este registro, aunque debe ser tomado con precaución por tratarse del hallazgo de un único ejemplar, podría estar asociado a los recientes fenómenos de tropicalización que está sufriendo el mar de las islas, y que permite la llegada y el asentamiento de especies de latitudes más bajas, ya sea por medios naturales como el opistobranquio *Micromelo undatus* (Brugière, 1792), el góbido *Gnatholepis thompsoni* Jordan, 1904 o el balístido *Canthidermis sufflamen* (Mitchill, 1815) (Brito *et al.*, 2005); o medios artificiales (agua de lastre de petroleros, acuariofilia, acuicultura) como *Chaetodon sactaehelenae* Günther, 1868 (Brito & Falcón, 1996) o *Zafra exilis* (Philippi, 1849) (Segers & Swinnen, 2003).

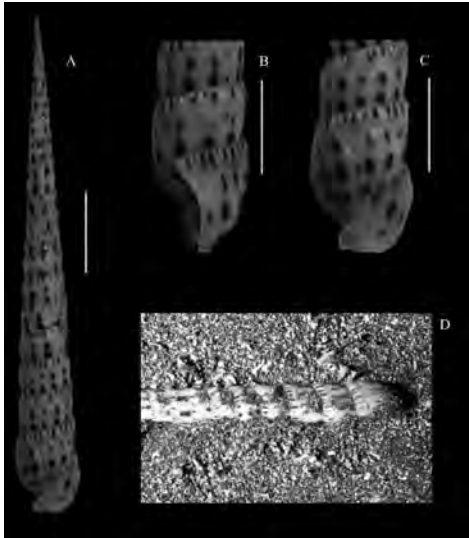


Figura 2. *Terebra corrugata* (Lamarck, 1822). **A.** Ejemplar completo. **B.** Apertura, visión lateral. **C.** Apertura, visión frontal. **D.** Fotografía *in situ* del hábitat de la especie. Escala. A, 20mm. B y C, 10 mm.

Si bien no existen citas bibliográficas sobre la presencia de *T. corrugata* en el Archipiélago, sí que tenemos constancia de algunos hallazgos en dragados profundos de conchas de esta especie (Moro & Pérez-Dionis, *com. pers.*). Por otra parte, no se ha citado ninguna especie del género en los abundantes yacimientos fosilíferos del Plioceno y Pleistoceno de Canarias (Castillo & García-Talavera, *com. pers.*).

AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento al Dr. Alberto Brito por la información que nos ha aportado, así como por sus comentarios y sugerencias. Estamos en deuda con el Dr. Emilio Rolán, al cual agradecemos sus comentarios taxonómicos, la supervisión de la determinación de la especie y los comentarios críticos al manuscrito. También agradecemos al Dr. Philippe Bouchet, del Museo de Historia Natural de París, por sus comentarios y la aportación de

bibliografía; al Dr. Francisco García-Talavera y la Dra. Carolina Castillo por la información sobre el registro fósil de Canarias y a los compañeros Leopoldo Moro y Gustavo Pérez-Dionis por facilitarnos datos relevantes en el presente trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- ABBOT, J.T. 1962. Coquillages espèces du monde entier. Golden Press, New York. 160 pp.
- AUBRY, U. 1984. Terebridae. Sorrento, 49 pp.
- AUBRY, U. 1992a. Terebras of Brazil I. World Shells, 2: 24-27.
- AUBRY, U. 1992b. Terebras of Brazil. II. World Shells, 3: 39-44.
- AUBRY, U. 1999. Nuove *Terebre* e antichi versi. L'Informatore Piceno Ed., Ancona. 47 pp.
- BRITO, A. & J.M. FALCÓN, 1996. Capture of the St. Helena butterfly fish, *Chaetodon sanctaehelenae* (Chaetodontidae) in the Canary Islands. *Cybium* 20 (1): 99-100.
- BRATCHER, T. & W. CERNOHORSKY, 1987. Living Terebridae of the World: a monograph of the recent Terebridae of the world. American Malacologist, 240 pp.
- 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.
- BOUCHET, P. 1981. Evolution of larval development in Eastern Atlantic Terebridae (Gastropoda), neogene to recent. *Malacologia*, 21 (1-2): 363-369.
- BOUCHET, P. 1982. Les Terebridae (Mollusca, Gastropoda) de l'Atlantique Oriental. *Bolletino Malacologico*, 18 (9-12): 185-216.
- GOFAS, S., 1998. Marine mollusc with a very retracted range in the Strait of Gibraltar. *Diversity and distribution*, 4 (5-6): 255-266
- ROLÁN, E. 2005. Malacological fauna from the Cape Verde Archipelago. Conchbooks, 455 pp.
- SEGRS, W. & F. SWINNEN, 2003. On the occurrence of *Zafra exilis* (Philippi, 1849) on the Canary Islands. *Gloria Maris*, 42 (4-5): 101-103.
- NORDSIECK, F. & F. GARCÍA-TALAVERA, 1979. Moluscos marinos de Canarias y Madeira. Aula de Cultura de Tenerife, 208 pp, 46 láminas.

VIERAEA	Vol. 35	93-108	Santa Cruz de Tenerife, octubre 2007	ISSN 0210-945X
---------	---------	--------	--------------------------------------	----------------

Descripción y cartografía de las comunidades bentónicas de Playa de San Marcos (Tenerife, islas Canarias)

EDUARDO MUÑOZ, JAVIER REYES & MARTA SANSÓN

*Departamento de Biología Vegetal (Botánica).
Universidad de La Laguna. E-38071 La Laguna. Islas Canarias*

MUÑOZ, E., J. REYES & M. SANSÓN (2007). Description and cartography of the benthic communities of Playa de San Marcos (Tenerife, Canary Islands). *VIERAEA* 35: 93-108.

ABSTRACT: A detailed description of the eulittoral and sublittoral communities at an exposed locality in the North of Tenerife is presented. The original cartography of bathymetry, topography and bionomy in the studied area are presented. The coastline is occupied by cliffs, a beach of rounded stones, a dock of prisms, a sand beach and a small fishing harbour. Bottoms display little slope and reach a maximum mean depth of 12 m. Eight types of substratum were recognized, according to the stability, morphology and sizes of rocks. Sand, small rocks and rocky platforms are dominant, occupying 28%, 28% and 19% of the total area, respectively. Nineteen communities of benthic organisms were differentiated, and they are described indicating type of substratum where grow, specific composition and period of maximum development. *Zonaria tournefortii* community is the most extensive, growing in rocky bottoms at 3-10 m depth. Mean values of coverage of the communities in the studied area are included.

Key words: bathymetry, topography, benthic communities, bionomic cartography, Playa de San Marcos, Canary Islands.

RESUMEN: Se presenta una detallada descripción de las comunidades del eulitoral y sublitoral de una localidad expuesta al oleaje en el norte de Tenerife. Se presenta la cartografía original de la batimetría, topografía y bionomía en el área estudiada. La línea costera está ocupada por acantilados, una playa de callaos, un dique de prismas, una playa de arena y un refugio pesquero. Los fondos presentan escasa pendiente y alcanzan una profundidad media máxima de 12 m. Se reconocieron ocho tipos de sustrato, según la estabilidad, morfología y tamaño de las rocas. La arena, las rocas pequeñas y las plataformas rocosas son dominantes, y ocupan el 28%, 28% y 19% de la superficie total, respectivamente. Se diferenciaron 19 comunidades bentónicas, que se describen indicándose el tipo de sustrato donde crecen, la composición específica y el periodo de máximo desarrollo. La comunidad de *Zonaria tournefortii* es la más

extensa, creciendo en fondos rocosos a 3-10 m de profundidad. Se recogen los valores de cobertura media de las comunidades en el área estudiada.

Palabras clave: batimetría, topografía, comunidades bentónicas, cartografía bionómica, Playa de San Marcos, islas Canarias.

INTRODUCCIÓN

La mayoría de los estudios realizados en la flora y vegetación marina bentónica de las islas Canarias han sido de carácter taxonómico, morfológico, fenológico y florístico, con algunas contribuciones sobre la distribución vertical o espacial de las principales comunidades.

Sin embargo, los estudios cartográficos de las plantas marinas de Canarias son mucho más escasos. La cartografía abarcando la distribución de los fondos de algas y praderas de fanerógamas marinas en tramos extensos del litoral canario, se inició a finales de los años 80 (Wildpret *et al.*, 1987). Posteriormente, cuatro proyectos de investigación han estado destinados a la cartografía bionómica del borde litoral de Tenerife (Gil-Rodríguez & Barquín, 2003, 2004, 2005, 2006). Parte de los resultados de estos proyectos han sido publicados recientemente (Barquín *et al.*, 2005), y permiten localizar a lo largo del perímetro insular hasta los 50 m de profundidad, las principales comunidades marinas y cuantificar el área que ocupan, siguiendo el método de estudio descrito en Barquín-Díez *et al.* (2003), en el que los mapas bionómicos muestran una resolución de 1:5000.

La cartografía más detallada (resolución 1:2500) de las comunidades bentónicas, que en la mayoría de los casos son poco extensas, con un gran número de especies y están constituidas por organismos pequeños, requiere una metodología diferente especialmente en la recogida de datos en el mar. Muñoz (1996) puso a punto un método de campo, que describimos en este trabajo, que puede ser útil para realizar la cartografía bionómica de áreas sublitorales de poca extensión (menores de 1 km²). Este método nos ha permitido caracterizar todas las comunidades bentónicas, reconocer e identificar las especies que las integran así como elaborar una cartografía completa (batimetría, tipos de sustratos, bionomía y cobertura) en una bahía en la costa Norte de Tenerife.

MATERIAL Y MÉTODO

El estudio se realizó en Playa de San Marcos, localidad expuesta al oleaje, situada en el Norte de Tenerife (Fig. 1). El área estudiada abarca unos 65000 m². La labor de campo se inició en mayo de 1994, realizándose recolecciones adicionales hasta octubre de 2000. Las muestras de la frontera litoral y eulitoral se recolectaron durante la bajamar. Los muestreos en el sublitoral se realizaron con escafandra autónoma, siguiendo transectos perpendiculares desde la orilla hasta la parte más externa de la bahía (Fig. 2).

Los transectos (orientación 318° NW) se diseñaron perpendiculares a una línea de referencia paralela a la línea de costa, de 178 m de longitud y orientación 228° SW.

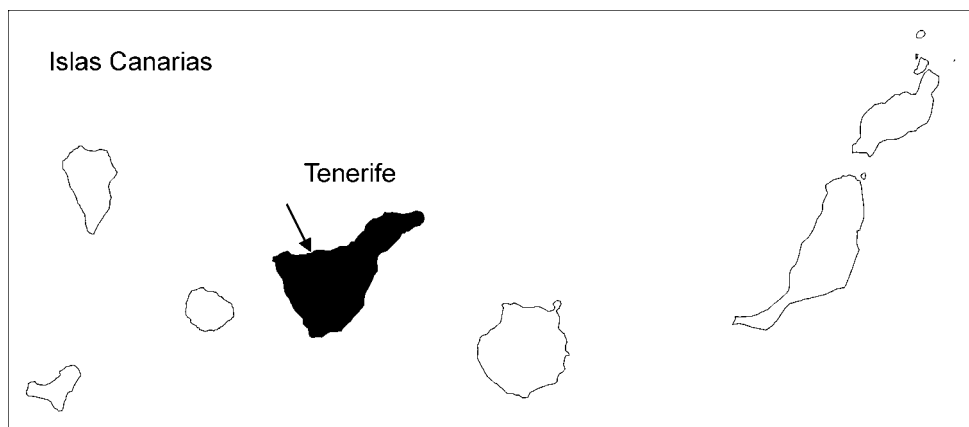


Figura 1. Localización del área estudiada. Playa de San Marcos, Norte de Tenerife.



Figura 2. Localización de los transectos realizados en el área estudiada. Abreviaturas: C = cueva; d = dique de prismas; eu = eulitoral; fl = frontera litoral; lma = línea de referencia anterior; lmp = línea de referencia posterior; MG = muelle grande; p = playa; RP = refugio pesquero; s = sublitoral; 0, ..., 17 = número del transecto; 0, ..., 160 = distancia al origen del transecto en metros.

Se realizaron 18 transectos paralelos entre sí cada 20 m. Sus extremos finales coincidieron con una segunda línea de referencia (desde el Muelle Grande hasta los acantilados) (Fig. 2). La longitud de cada transecto fue de 160 m.

Antes de recorrer cada transecto, se colocó una cuerda de nylon en el fondo, lastrada con plomos y con etiquetas de plástico cada cinco metros, donde se indicaba la distancia al origen. A lo largo de cada transecto, se anotaron y dibujaron a escala en tablillas de metacrilato blanco, los datos observados en las sucesivas superficies

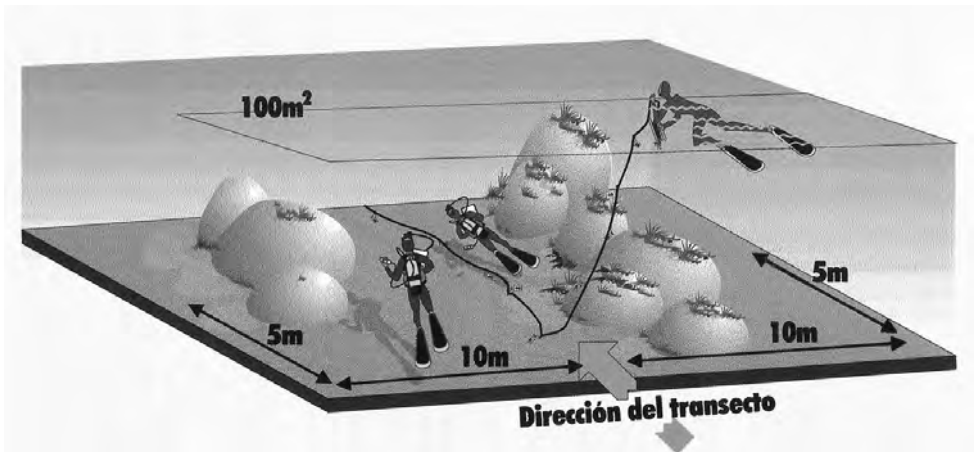


Figura 3. Dibujo en el que se esquematiza la metodología de muestreo en el sublitoral.

de 100 m² (5 x 10 m a ambos lados de la cuerda) (Fig. 3). Los datos recogidos fueron: físicos (características del sustrato, profundidad, inclinación, cambios de pendiente) y biológicos (especies dominantes en las comunidades, especies acompañantes, cobertura). También, se tomaron datos físicos y biológicos en la frontera litoral y eulitoral. Se realizaron numerosos muestreos selectivos así como raspados en todas las comunidades bentónicas para la identificación de las especies y la estimación de las coberturas. La cobertura se estimó utilizando los siguientes índices: 0 (sin organismos macroscópicos), 1 (1-5%), 2 (5-10%), 3 (10-50%), 4 (50-75%) y 5 (75-100%). Los valores de cobertura media de macroalgas se estimaron a partir de las superficies de 100 m².

Las muestras recolectadas se fijaron en formalina al 4% en agua de mar para su posterior estudio en el laboratorio, y los datos de las tablillas se transcribieron a escala en cuatro mapas (batimetría, topografía, bionomía y cobertura) en papel de acetato.

En la descripción de la distribución vertical de las comunidades estudiadas seguimos el esquema de zonación de Lewis (1964), en el que el litoral queda subdividido en tres zonas: frontera litoral, eulitoral y sublitoral. En este estudio, el término comunidad hace referencia a un grupo de especies que viven juntas vinculadas a un hábitat particular (Round, 1981). Para el nombre de la comunidad se seleccionó el de la/s especie/s dominante/s, principalmente algas macroscópicas. La descripción de cada comunidad incluye el nivel del litoral y el tipo de sustrato donde se establece, la/s especie/s dominante/s que la caracterizan, las especies acompañantes más frecuentes, así como el periodo de máximo desarrollo observado. Las especies citadas en el texto se relacionan en la Tabla 1.

RESULTADOS

Batimetría

Los fondos de Playa de San Marcos presentan escasa y suave pendiente, excepto en la zona central-este de la bahía donde las plataformas rocosas se interrumpen bruscamente formando dos grandes escalones. La profundidad máxima en bajamar es de 12 m y se alcanza en la zona central-externa del área estudiada. En la Figura 4, se representa la distribución de las isóbatas, cada metro de profundidad, en la bahía.

Topografía

Se diferenciaron ocho tipos de sustratos: arena, roca grande (> 1 m de diámetro), roca mediana (0,5-1 m de diámetro), roca pequeña ($< 0,5$ m de diámetro), callaos, plataforma rocosa, prismas y contrafuerte rocoso (Fig. 5).

La **arena** tanto de la playa como del fondo de la bahía es de origen basáltico y naturaleza detrítica. Es el sustrato más inestable, y su distribución varía ligeramente dependiendo de la hidrodinamia marina. La arena domina en los fondos próximos a la playa extendiéndose en dirección SE-NO. En los fondos someros de la zona central de la playa de callaos, se observan también manchas irregulares de arena con rocas. La arena ocupa unos 18100 m², un 27,7% de la superficie total.

Las **rocas** presentan una morfología variada, en general redondeadas y con ausencia de aristas marcadas. Las rocas grandes se encuentran distribuidas en el sublitoral cerca de los acantilados, así como en la zona central externa del área de estudio. Las rocas medianas dominan en los fondos próximos a la playa de callaos y al dique de protección, formando una cuña hacia la playa de arena. También se distribuyen en los fondos cercanos al refugio pesquero, junto con rocas pequeñas. Las rocas pequeñas son abundantes en los fondos del este de la bahía formando el límite exterior del brazo de arena. Los fondos con rocas grandes ocupan unos 4850 m² (7,4% de la superficie total), las rocas medianas unos 7250 m² (11,1%) y las rocas pequeñas unos 18350 m² (28,1%).

Los **callaos** presentan morfología redondeada y superficie lisa. Se distribuyen principalmente en el eulitoral y sublitoral somero en la base de los acantilados, desde el dique de protección (en el centro de la bahía) hasta la cueva de San Marcos (bajo los acantilados), constituyendo una característica playa de callaos originada por los desprendimientos. Los callaos ocupan unos 2800 m², un 4,2% de la superficie total estudiada.

Las **plataformas rocosas** muestran una escasa pendiente, con superficies desde lisas a muy irregulares. Se distribuyen principalmente en los fondos del oeste de la bahía y en los más profundos cercanos al Muelle Grande. Las primeras están formadas por gruesos apilamientos de lavas homogéneas, muy erosionadas, entre los que han quedado bajas aisladas y plataformas rocosas escalonadas orientadas hacia el oleaje dominante del norte. Las plataformas más erosionadas han dado lugar a rocas grandes y medianas en este lado de la bahía. Las segundas presentan superficies más heterogéneas y están constituidas por conglomerados de rocas de diferentes tamaños. Se observan coladas superpuestas que han quedado descubiertas después de procesos erosivos, formando grandes escalones, con numerosas grietas u oquedades. Las plataformas rocosas ocupan unos 12500 m², un 19,1% de la superficie total.

Los **prismas** de hormigón, de aproximadamente 1,5 m de lado, forman el dique de separación entre la playa de arena y la de callaos y ocupan 800 m², un 1,2% de la superficie total.

Por último, el **contrafuerte** rocoso de protección del refugio pesquero, está construido con rocas de mediano y gran tamaño de formas irregulares, ocupando unos 800 m², un 1,2% de la superficie total.

Comunidades bentónicas

Se reconocieron 19 comunidades de organismos bentónicos. De ellas, una comunidad se desarrolla en la frontera litoral, 6 en el eulitoral y las 12 restantes en el sublitoral.

Frontera litoral

Comunidad de cianófitos. Localizada principalmente en todo el perímetro rocoso (callaos, paredes de acantilados, prismas y paredes del refugio pesquero). Dominan cianófitos, como *Calothrix crustacea*, *Microcoleus lyngbyaceus* y *Schizothrix mexicana*. La vida animal se caracteriza por la presencia del gasterópodo *Littorina striata* y por el crustáceo isópodo *Ligia italica*. Esta comunidad pobre en especies presenta su máximo desarrollo en verano.

Eulitoral

Comunidad de bangiofíceas. Establecida principalmente en el nivel superior del eulitoral, en los prismas, callaos y paredes de los acantilados semiexpuestos al oleaje. Dominan las algas rojas *Bangia atropurpurea*, *Porphyra leucosticta* y *Porphyra carolinensis*. Estas especies aparecen mezcladas en los callaos, mientras que en sustratos más estables como los prismas, *Bangia* forma una estrecha banda por encima de *Porphyra*. Cianófitos como *Schizothrix mexicana* y *Calothrix crustacea*, así como clorófitos del género *Ulva*, son las especies acompañantes más comunes. En ocasiones, se observan individuos del cirrípedo *Chthamalus stellatus*, cuyas poblaciones presentan una baja densidad. Esta comunidad está presente todo el año, aunque *Porphyra* alcanza su mayor desarrollo en primavera.

Comunidad de *Rissoella verruculosa*. Se desarrolla en el nivel superior del eulitoral, en salientes rocosos de los acantilados muy expuestos al oleaje. La especie dominante es el rodófito *Rissoella verruculosa*, apareciendo en primavera especies acompañantes, como *Porphyra leucosticta*, *Nemalion helminthoides* y *Calothrix crustacea*. Suelen ser frecuentes cirrípedos y lapas. Esta comunidad está presente todo el año, aunque en primavera-verano alcanza su máximo desarrollo.

Comunidad de *Nemalion helminthoides*. Localizada en el nivel superior del eulitoral, principalmente en los prismas del dique de protección, aunque también aparece sobre grandes callaos y paredes de los acantilados, en lugares expuestos al oleaje. La especie dominante *Nemalion helminthoides* forma una estrecha franja, ocasionalmente acompañada por cianófitos, y por los rodófitos *Porphyra leucosticta* y *Stichothamnion cymatophilum*. Esta comunidad presenta su máximo desarrollo en primavera.

Comunidad de ulváceas. Presente en el eulitoral superior-medio, principalmente en callaos y paredes del refugio pesquero. Esta comunidad está dominada por *Ulva rigida*, *U. compressa* y *U. clathrata*, acompañadas por cianófitos como *Calothrix crustacea* y *Microcoleus lyngbyaceus*. El rodófito *Caulacanthus ustulatus* es abundante en pequeñas grietas u oquedades entre las ulváceas. Esta comunidad está presente durante todo el año, con mayor desarrollo en invierno-primavera.

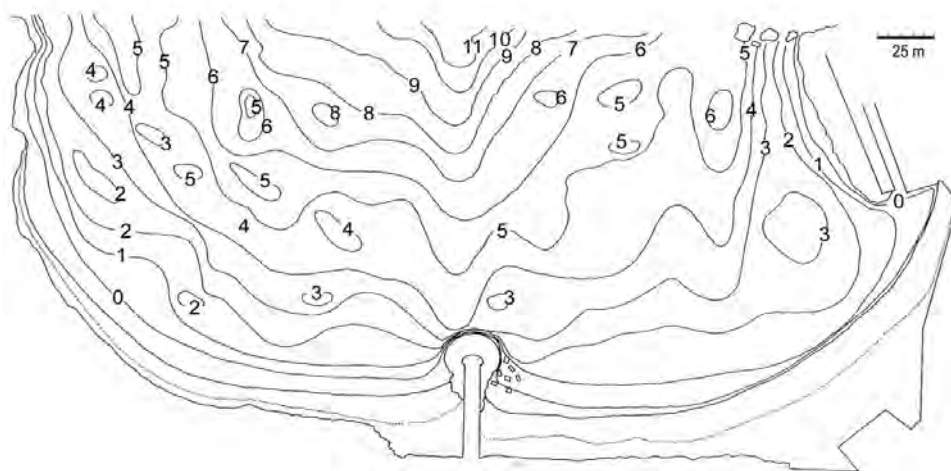


Figura 4. Batimetría en el área estudiada, donde se representan las isóbatas cada metro de profundidad en bajamar.

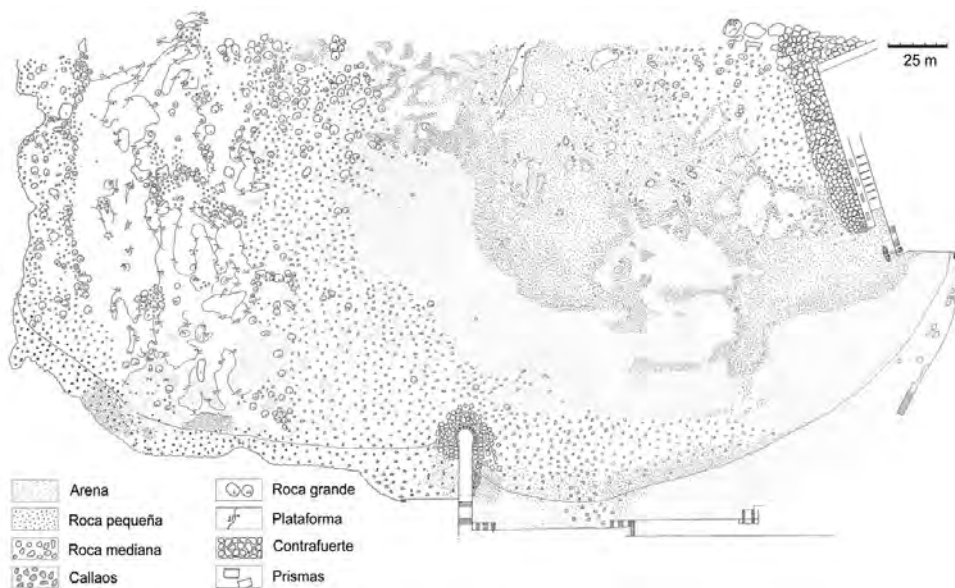


Figura 5. Topografía del área estudiada, donde se representan los diferentes tipos de sustrato.

Comunidad de *Gelidium pusillum*. Se localiza en el eulitoral medio-inferior, en callaos, paredes de los acantilados, prismas y paredes del refugio pesquero. En esta comunidad, *Gelidium pusillum* es la especie dominante formando céspedes densos. En los callaos, la comunidad es más diversa, siendo los rodófitos *Caulacanthus ustulatus*, *Centroceras clavulatum*, *Parviphycus tenuissimus*, *Gelidiella tinerfensis*, *Lomentaria articulata* y *Griffithsia phyllamphora*, las especies acompañantes más comunes. La comunidad está presente durante todo el año, con mayor desarrollo en primavera.

Comunidad de *Ceramium nodulosum*. Se desarrolla en el nivel inferior del eulitoral, en ambientes expuestos al oleaje, especialmente cerca del Muelle Grande. *Ceramium nodulosum* es la especie dominante en esta comunidad, siendo las especies acompañantes más frecuentes *Gelidium pusillum* y, en primavera, el clorófito *Bryopsis cupressina*.

Sublitoral

Comunidad de gelidiáceas. Esta comunidad perenne se desarrolla en el sublitoral somero en grandes callaos y en los acantilados, en lugares expuestos al oleaje y generalmente sombríos. La comunidad presenta un estrato erecto y otro costroso menos evidente. El estrato erecto está caracterizado por las gelidiáceas *Gelidium arbuscula*, que forma una banda discontinua superior, y *Gelidium canariense* que constituye una franja continua más ancha por debajo de la anterior. Con frecuencia, entre los individuos de *Gelidium* se observan talos aislados de *Pterocliadiella capillacea*. El estrato costroso está dominado por coralínáceas, como *Porolithon oligocarpum* y *Titanoderma polycephalum*.

Comunidad de *Cystoseira abies-marina*. En las rocas expuestas al oleaje del Muelle Grande, *Cystoseira abies-marina* forma una estrecha orla en el sublitoral somero. En los fondos rocosos someros del resto de la bahía, aún crecen grupos reducidos de individuos de esta especie distribuidos entre otras comunidades, como testimonios de las extensas poblaciones que existieron en décadas pasadas. Las especies acompañantes más comunes son coralínáceas, como *Titanoderma polycephalum* y *Lithophyllum lobatum*.

Comunidad de *Corallina elongata*. Se desarrolla en el sublitoral superior, en callaos y plataformas rocosas. La especie dominante es *Corallina elongata*, que crece acompañada por otros rodófitos como *Jania rubens*, *J. adhaerens*, *Spyridia filamentosa* y especies de *Ceramium* y *Polysiphonia*, entre otros. Esta comunidad está presente a lo largo del año, aunque muestra una mayor riqueza específica en primavera.

Comunidad de *Arbacia lixula*. Localizada en los primeros metros del sublitoral, por debajo de la comunidad de *Corallina elongata*, principalmente cerca del dique de protección y de la playa de callaos. Se caracteriza por la abundancia del erizo *Arbacia lixula*, que habita en las paredes laterales e inferiores de grandes rocas, en lugares protegidos. Las rocas muestran un color blanquecino debido al carbonato cálcico de coralínáceas costrosas, como *Titanoderma polycephalum* y *Mesophyllum lichenoides*.

Comunidad de *Pterosiphonia pennata*. Se desarrolla en el sublitoral superior, sobre pequeñas rocas ligeramente cubiertas de arena. Este pequeño rodófito (*Pterosiphonia pennata*) es la especie dominante que, en ocasiones, aparece acompañada por *Jania rubens* y especies de *Cladophora*.

Comunidad de *Pterocliadiella capillacea*. Forma una estrecha franja en el sublitoral somero, en el perímetro de la comunidad de *Zonaria tournefortii*, tanto en fondos de roca pequeña como en plataformas rocosas. La especie dominante es *Pterocliadiella capillacea*, con frecuencia con epífitos como *Titanoderma pustulatum*. Las especies acompañantes

más comunes son *Hypnea musciformis* y *Asparagopsis armata*. La comunidad está presente todo el año, aunque en primavera alcanza su mayor desarrollo.

Comunidad de *Zonaria tournefortii*. Es la comunidad más extensa en el sublitoral, distribuida en los fondos rocosos de la parte central de la bahía alrededor del brazo de arena, entre 3 y 10 m de profundidad. *Zonaria tournefortii* es la especie dominante, presentando epífitos como *Acrosorium venulosum* y *Plocamium cartilagineum*, entre otros. Las especies acompañantes más comunes son *Lobophora variegata* y rodófitos como *Heterosiphonia crispella*, *Wurdemannia miniata* y *Dasya* spp. Esta comunidad está presente a lo largo del año, aunque muestra su mayor desarrollo en verano-otoño.

Comunidad de *Diadema antillarum*. Se localiza en la mitad oriental de la bahía, principalmente a partir de 9 m de profundidad. Los blanquiales originados por este erizo presentan escasa cobertura de macroalgas, debida fundamentalmente a coralináceas costrosas. Sólo en pequeñas grietas, ocasionalmente se observan algunas especies erectas, como *Lophocladia trichoclados*, *Colpomenia sinuosa*, *Stypocaulon scoparium*, *Asparagopsis armata* y *Spyridia filamentosa*, entre otras. Las colonias de briozoos y esponjas son abundantes en estos ambientes.

Comunidad de *Lophocladia trichoclados*. Se encuentra a partir de 8-9 m de profundidad, en fondos rocoso-arenosos en la zona central externa del área estudiada. La comunidad de *Diadema antillarum* está en los fondos próximos, sin embargo la presencia de arena impide la acción del erizo en estos ambientes. El rodófito *Lophocladia trichoclados* es la especie dominante, especialmente en primavera-verano. Con frecuencia, está acompañada por *Padina pavonica*, y los clorófitos *Codium taylorii* y *C. decorticatum*.

Comunidad de coralináceas articuladas y ceramiales. Se desarrolla en plataformas rocosas y pequeñas rocas cubiertas parcialmente por arena o sedimento, en el oeste de la bahía. Es una comunidad heterogénea, en la que dominan coralináceas, como *Jania rubens*, *J. adhaerens*, *Amphiroa beauvoisii* y *Haliptilon virgatum*, y ceramiales de los géneros *Chondria* y *Ceramium*. Está presente a lo largo del año, aunque queda parcialmente enterrada en épocas de elevada hidrodinámica.

Comunidad de *Liagora maderensis*. Localizada en una zona próxima a los acantilados en la parte más externa de la bahía, en fondos de pequeñas piedras, a 4-5 m de profundidad. El rodófito *Liagora maderensis* es la especie dominante, acompañada por *Lophocladia trichoclados*, *Cottoniella filamentosa*, y pequeñas costras de coralináceas. Esta comunidad presenta una marcada estacionalidad, alcanzando su máximo desarrollo en primavera.

Comunidad de rodófitos y feofíceas estacionales. Se desarrolla en fondos de transición roca-arena. Se caracteriza por la dominancia de rodófitos de los géneros *Helminthocladia*, *Naccaria*, *Scinaia*, *Predaea*, *Dudresnaya*, *Thuretella* y *Acrosymphyton*. Junto a los anteriores, también crecen feofíceas, como *Sporochnus bolleanus* y *Papenfussiella kuromo*. Esta comunidad marcadamente estacional, presenta su máximo desarrollo en primavera, ya que está constituida principalmente por especies con ciclos de vida marcadamente heteromórficos, en las que los macrotalos de primavera alternan con fases microscópicas inconspicuas el resto del año.

Cartografía bionómica

La distribución de las comunidades descritas anteriormente se representó de forma individual a lo largo de cada transecto, en planta y perfil, tal y como mostramos en el

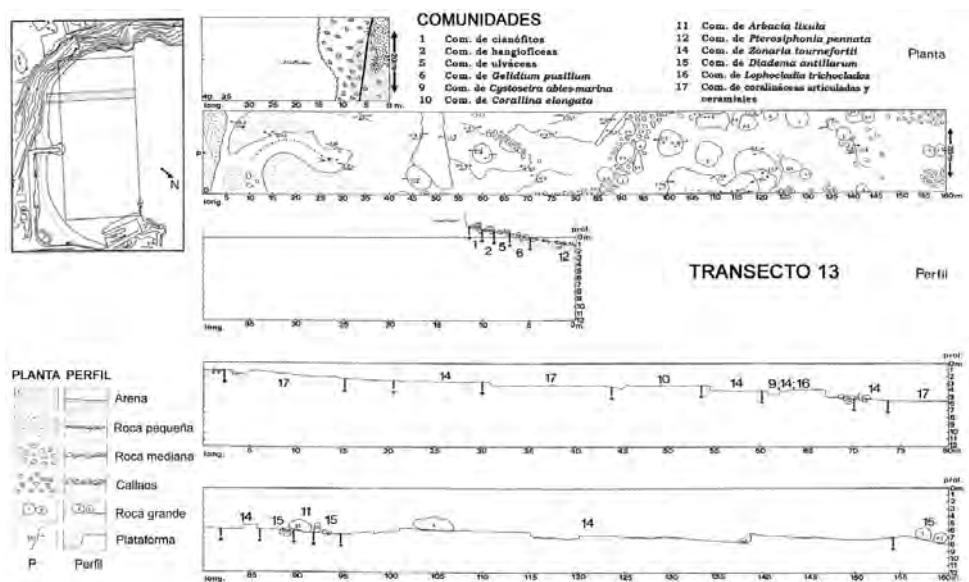


Figura 6. Representación de la planta y del perfil de uno de los transectos realizados. En la representación de la planta, se muestran los tipos de sustratos en los 10 m a cada lado de la cuerda lastrada. En la representación del perfil, se recogen la pendiente, el tipo de sustrato, la profundidad y las comunidades bentónicas presentes.

ejemplo de la Figura 6. Esta información detallada se encuentra depositada en el Departamento de Biología Vegetal (Botánica) de la Universidad de La Laguna para su consulta. Por problemas de espacio, en esta publicación se muestra la distribución de las comunidades de forma conjunta en toda la bahía (Fig. 7).

Las áreas ocupadas por **arena** son las únicas zonas sin comunidades bentónicas macroscópicas. En el resto de la bahía, se observa una zonación de los organismos marinos, con bandas de diferente amplitud según la naturaleza del sustrato, la pendiente y la exposición al oleaje.

Las **paredes de los acantilados** situados al oeste, expuestos al oleaje, muestran la siguiente zonación: comunidad de cianófitos (frontera litoral, hasta 2 m s.n.m.); comunidad de *Rissoella verruculosa* (eulitoral superior, en zonas muy expuestas al oleaje); comunidad de ulváceas (eulitoral superior-medio, más desarrollada en pequeños rellanos de los acantilados); comunidad de *Gelidium pusillum* (eulitoral inferior); y comunidad de gelidiáceas (sublitoral superior). Debido al efecto del oleaje, en la base de los acantilados se ha formado una oquedad prácticamente continua, ocupada principalmente por coralíneas costrosas y erizos (*Paracentrotus lividus*).

En la **playa de callaos**, con menor pendiente y exposición al oleaje, se observa una zonación evidente: comunidad de cianófitos (frontera litoral); comunidad de bangiofíceas (eulitoral superior); comunidad de ulváceas (eulitoral medio); comunidad de *Gelidium pusillum* (eulitoral medio-inferior); y comunidad de gelidiáceas (sublitoral superior, en la zona próxima a los acantilados).

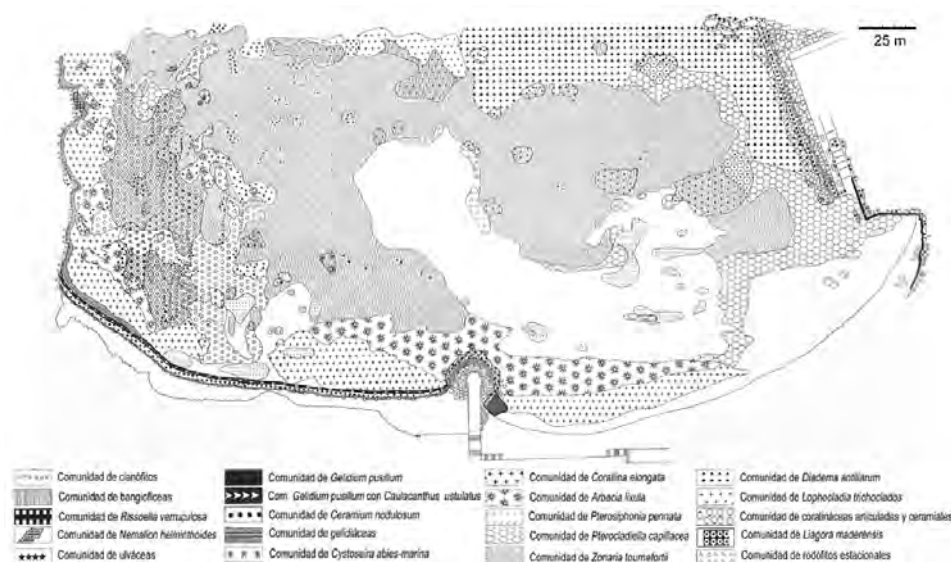


Figura 7. Cartografía bionómica, donde se representa la distribución de las diferentes comunidades bentónicas en la frontera litoral, eulitoral y sublitoral en el área estudiada.

Los prismas del **dique de protección**, más estables que los callaos, muestran la siguiente zonación: comunidad de cianófitos (frontera litoral); comunidad de bangiofíceas (eulitoral superior, en caras superiores y laterales de los prismas); comunidad de *Nemalion helminthoides* (eulitoral superior, en primavera-verano); comunidad de ulváceas (eulitoral medio); comunidad de *Gelidium pusillum* (eulitoral medio-inferior); y comunidad de *Arbacia lixula* y coralináceas costrosas (sublitoral superior).

Las **paredes del refugio pesquero**, semiprotegidas del oleaje y sometidas al efecto abrasivo de la arena, muestran una zonación constituida por comunidades cespitosas de pequeño porte, pobres en especies: comunidad de cianófitos (frontera litoral-eulitoral superior); comunidad de ulváceas (eulitoral medio); y comunidad de *Gelidium pusillum* (eulitoral inferior).

El **contrafuerte rocoso** presenta la siguiente zonación: comunidad de cianófitos (frontera litoral); comunidad de ulváceas (eulitoral superior-medio); comunidad de *Ceramium nodulosum* (eulitoral inferior, sobre todo en la zona más expuesta al oleaje próxima al Muelle Grande); y comunidad de *Diadema antillarum* y coralináceas costrosas (sublitoral superior).

En el sublitoral, las diferentes comunidades se distribuyen según el tipo de sustrato y la influencia de la arena. En los **fondos de transición roca-arena**, se establecen dos comunidades: la de rodófitos y feofíceas estacionales (discontinua, localizada en el perímetro de la comunidad de *Zonaria tournefortii*), y la de *Pterosiphonia pennata* (sobre pequeñas rocas con depósitos de arena). Sobre las **rocas pequeñas**, se desarrollan principalmente las comunidades de *Zonaria tournefortii* y de *Pterocladia capillacea*. En este tipo de sustrato, la comunidad de *Cystoseira abies-marina* alcanza su máximo desarrollo. Las rocas pequeñas localizadas en el sublitoral



Figura 8. Índices de cobertura vegetal en el área estudiada.

somero, próximas a las playas de arena y de callaos, están tapizadas por la comunidad de *Corallina elongata*. Las **rocas medianas**, localizadas próximas al contrafuerte rocoso, están ocupadas por la comunidad de *Diadema antillarum*, que se continúa por la parte externa hacia el centro de la bahía. En las rocas medianas situadas al este del dique de protección y en la base de los acantilados, se desarrollan la comunidad de *Arbacia lixula* y la de *Corallina elongata*. El resto de estas rocas están colonizadas por las comunidades de *Zonaria tournefortii* y de *Lophocladia trichoclados*, esta última en cotas más profundas. Las **rocas grandes**, localizadas principalmente en las zonas oeste y norte de la bahía, presentan la comunidad de *Zonaria tournefortii* (en las partes superiores de las rocas) y la de coralináceas articuladas y ceramiales (en los laterales). Con frecuencia, en las roquedales se encuentran erizos de las tres especies reconocidas en la zona estudiada. Por último, en las **plataformas rocosas** se desarrollan principalmente las comunidades de *Pterocladia capillacea* y de coralináceas articuladas y ceramiales. En algunas zonas, la comunidad de *Cystoseira abies-marina* se encuentra formando parches entre las anteriores.

Cobertura de macroalgas

Las coberturas medias de macroalgas en la bahía están representados en la Figura 8. El índice más elevado de cobertura de macroalgas se alcanza en las zonas ocupadas por la comunidad de coralináceas articuladas y ceramiales, así como por la comunidad de *Zonaria tournefortii*. Por el contrario, el índice de menor cobertura corresponde a los fondos arenosos, en los que no existe vegetación macroscópica, y a los blanquiales dominados por los erizos *Diadema antillarum* y *Arbacia lixula*. En los blanquiales, la cobertura de coralináceas costrosas es elevada, sin embargo, la cobertura de macroalgas erectas es muy reducida o nula.

DISCUSIÓN

La metodología descrita en este trabajo para el estudio de las comunidades bentónicas y la cartografía de esta bahía ha permitido identificar las principales comunidades presentes en la localidad y levantar mapas precisos sobre su distribución, por lo que parece de utilidad para ser aplicada en otras zonas de estudio. La información obtenida fue resultado de un trabajo de campo previamente planificado, realizado por tres buceadores en dieciocho inmersiones y varios recorridos por el intermareal. Por ello, consideramos que se trata de un método apropiado para áreas menores de 1 km², ya que para superficies más extensas resultaría un método con un esfuerzo de muestreo muy elevado. Esta es la primera vez que se realiza en Canarias un estudio detallado cartográfico-descriptivo de las comunidades bentónicas en un área relativamente amplia. El método parece de utilidad para la detección de cambios espaciales y temporales en la distribución de las comunidades.

Las comunidades de la frontera litoral y eulitoral estudiadas muestran un patrón general de distribución vertical similar al descrito en otras localidades orientadas al norte en las islas Canarias (Pinedo & Afonso-Carrillo, 1995; Sangil *et al.*, 2004). No obstante, debido a la morfología de la bahía, se observan diferentes variaciones de este patrón, principalmente en función del tipo de sustrato y de la exposición al efecto mecánico de las olas.

En el sublitoral, los resultados muestran que las diferentes comunidades bentónicas están distribuidas en función de la profundidad, el tipo y estabilidad del sustrato, la inclinación y la exposición al oleaje. Resultados similares han sido detectados previamente en comunidades bentónicas sublitorales en otras localidades del mundo (Otero-Schmitt & Pérez-Cirera, 2002). Por ello, el sublitoral en Playa de San Marcos se caracteriza por presentar un mosaico irregular de comunidades, debido a la heterogeneidad de sus fondos. La gran diversidad de hábitats permite el crecimiento de una flora marina muy rica en especies, en relación a otras localidades de las islas (Muñoz, 1996). La comunidad de *Zonaria tournefortii* es la más extensa, formando densas praderas con elevadas coberturas. En el área estudiada es el macrófito dominante en el sublitoral. Sin embargo, esta feofíceo es también frecuente creciendo en hábitats poco iluminados en charcos del eulitoral inferior, tanto en localidades canarias como en otras costas atlánticas (Neto *et al.*, 2000), y ha sido detectada formando parte de comunidades de aguas profundas, a más de 90 m (Borgesen, 1938; Montañés *et al.*, 2006). Las otras comunidades mejor representadas en el sublitoral estudiado son las dominadas por los erizos. Aunque en el pasado estos fondos se encontraban ocupados por extensas praderas de algas, la acción ramoneadora de los erizos ha generado en parte estos hábitats desprovistos de cobertura vegetal, de forma similar a lo que ha ocurrido en otros lugares de las islas (Tuya *et al.*, 2004). No obstante, en la actualidad estamos analizando la evolución del paisaje litoral y de las comunidades submarinas en la bahía de San Marcos a lo largo de las últimas décadas, lo que nos permitirá en un estudio próximo establecer las causas de la regresión de las comunidades sublitorales originales.

Tabla 1. Relación de las especies citadas en el texto.**Cyanophyta**

Calothrix crustacea Thuret ex Bornet et Flahault
Microcoleus lyngbyaceus (Kützing) P. et H. Crouan ex Gomont
Schizothrix mexicana Gomont

Rhodophyta

Acrosorium venulosum (Zanardini) Kylin
Amphiroa beauvoisii Lamouroux
Asparagopsis armata Harvey
Bangia atropurpurea (Roth) C. Agardh
Caulacanthus ustulatus (Mertens) Kützing
Centroceras clavulatum (C. Agardh) Montagne
Ceramium nodulosum (Lightfoot) Ducluzeau
Corallina elongata Ellis et Solander
Cottoniella filamentosa (Howe) Børgesen
Gelidiella tinerefensis Seoane-Camba
Gelidium arbuscula Bory ex Børgesen
Gelidium canariense (Grunow) Seoane-Camba
Gelidium pusillum (Stackhouse) Le Jolis
Griffithsia phyllamphora J. Agardh
Haliptilon virgatum (Zanardini) Garbary et Johansen
Heterosiphonia crispella (C. Agardh) Wynne
Hydrolython onkodes (Heydrich) Penrose et Woelkerling
Hypnea musciformis (Wulfen in Jacquin) Lamouroux
Jania adhaerens Lamouroux
Jania rubens (Linnaeus) Lamouroux
Liagora maderensis Kützing
Lithophyllum lobatum Lemoine
Lomentaria articulata (Hudson) Lyngbye
Lophocladia trichoclados (C. Agardh) Schmitz
Mesophyllum lichenoides (Ellis) Lemoine
Nemalion helminthoides (Vellay in Withering) Batters
Parviphycus tenuissimus (Feldmann et Hamel) Santelices
Plocamium cartilagineum (Linnaeus) Dixon
Porphyra carolinensis Coll et Cox
Porphyra leucosticta Thuret in Le Jolis
Pterocладиella capillacea (Gmelin) Santelices et Hommersand
Pterosiphonia pennata (C. Agardh) Falkenberg
Rissoella verruculosa (Bertolini) J. Agardh
Spyridia filamentosa (Wulfen) Harvey
Stichothamnion cymatophilum Børgesen
Titanoderma polycephalum (Foslie) Woelkerling, Chamberlain et Silva
Titanoderma pustulatum (Lamouroux) Nägeli
Wurdemannia miniata (Sprengel) Feldmann et Hamel

Phaeophyceae

Colpomenia sinuosa (Roth) Derbès et Solier
Cystoseira abies-marina (Gmelin) C. Agardh
Lobophora variegata (Lamouroux) Oliveira

Padina pavonica (Linnaeus) Thivy in Taylor
Papenfussiella kuromo (Yendo) Inagaki
Sporochnus bolleanus Montagne
Stypocaulon scoparium (Linnaeus) Kützing
Zonaria tournefortii (Lamouroux) Montagne

Chlorophyta

Bryopsis cupressina Lamouroux
Codium decorticatum (Woodward) Howe
Codium taylorii Silva
Ulva clathrata (Roth) C. Agardh
Ulva compressa Linnaeus
Ulva rigida C. Agardh

Arthropoda

Chthamalus stellatus (Poli, 1795)
Ligia italica Fabricius, 1798

Mollusca

Littorina striata (King, 1832)

Echinodermata

Arbacia lixula (Linnaeus, 1758)
Diadema antillarum Philippi, 1845
Paracentrotus lividus (Lamarck, 1816)

AGRADECIMIENTOS

A Julio Afonso y M. Candelaria Gil por la revisión crítica del manuscrito, sus comentarios y sugerencias.

BIBLIOGRAFÍA

- BARQUÍN-DÍEZ, J., G. GONZÁLEZ LORENZO & M.C. GIL-RODRÍGUEZ (2003). Un método de estudio de bionomía bentónica utilizado en las costas canarias para fondos poco profundos. *Vieraea* 31: 219-231.
- BARQUÍN-DÍEZ, J., G. GONZÁLEZ LORENZO, L. MARTÍN-GARCÍA, M.C. GIL-RODRÍGUEZ & A. BRITO-HERNÁNDEZ (2005). Distribución espacial de las comunidades bentónicas submareales de los fondos someros de Canarias. I: Las comunidades de sustrato blando de las costas de Tenerife. *Vieraea* 33: 435-448.
- BØRGESEN, F. (1938). Sur une collection d'Algues marines recueillies à une profondeur remarquable près des Iles Canaries. *Rev. Algol.* 11: 225-230.

- GIL-RODRÍGUEZ, M.C. & J. BARQUÍN (2003). Resultados del proyecto *Cartografía bionómica del borde litoral de Tenerife. Desde Punta del Fraile a Punta Negra (costa SW de Tenerife)*. Cabildo Insular de Tenerife. Sin publicar.
- GIL-RODRÍGUEZ, M.C. & J. BARQUÍN (2004). Resultados del proyecto *Cartografía bionómica del borde litoral de Tenerife. Segundo tramo: desde Punta Negra a los Roques de Fasnía (costa SE de Tenerife)*. Cabildo Insular de Tenerife. Sin publicar.
- GIL-RODRÍGUEZ, M.C. & J. BARQUÍN (2004). Resultados del proyecto *Cartografía bionómica del borde litoral de Tenerife. Tercer tramo: desde Fasnía hasta Roques de Anaga*. Cabildo Insular de Tenerife. Sin publicar.
- GIL-RODRÍGUEZ, M.C. & J. BARQUÍN (2004). Resultados del proyecto *Cartografía bionómica del borde litoral de Tenerife. Cuarto tramo: desde Roques de Anaga hasta Punta del Fraile*. Cabildo Insular de Tenerife. Sin publicar.
- LEWIS, J.R. (1964). *The ecology of rocky shores*. English Universities Press. London.
- MONTAÑÉS, M.A., M. SANSÓN & J. REYES (2006). Vegetative and reproductive phenology of *Zonaria tournefortii* (Dictyotales, Phaeophyceae) in sublittoral populations off the Canary Islands. *Botanica Marina* 49: 406-416.
- MUÑOZ, E. (1996). Estudio del eulitoral y sublitoral de Caleta de San Marcos (Icod de los Vinos, Tenerife): topografía, cartografía bioonómica y catálogo florístico. Tesis de Licenciatura (inérita). Universidad de La Laguna. 132 pp.
- NETO, A.I., I. TITTLE, A. LEVI & W.F. FARNHAM (2000). Structure and zonation of algal communities in the bay of São Vicente (São Miguel, Azores). *Arquipélago. L. Mar. Sc. Suppl. 2 (Part A)*: 63-69.
- OTERO-SCHMITT, J. & J.L. PÉREZ-CIRERA (2002). Infralittoral benthic biocoenoses from Northern Ría de Muros, Atlantic coast of Northwest Spain. *Botanica Marina* 45: 93-122.
- PINEDO, S. & J. AFONSO-CARRILLO (1995). Distribución y zonación de las algas marinas bentónicas en Puerto de la Cruz, Tenerife (Islas Canarias). *Vieraea* 23: 109-123.
- ROUND, F.E. (1981). *The ecology of algae*. Cambridge University Press. Cambridge. 653 pp.
- SANGIL, C., M. SANSÓN & J. AFONSO-CARRILLO (2004). Zonación del fitobentos en el litoral nordeste y este de La Palma (Islas Canarias). *Rev. Acad. Canar. Cienc.* 15: 279-300.
- TUYA, F., A. BOYRA & R. HAROUN (2004). *Blanquizales en Canarias. La explosión demográfica del erizo Diadema antillarum en los fondos de Canarias*. Bioges/ Proyecto: Canarias, por una Costa Viva. 34 pp.
- WILDPRET DE LA TORRE, W., M.C. GIL-RODRÍGUEZ & J. AFONSO-CARRILLO. (1987). *Evaluación cuantitativa y cartografía de los campos de algas y praderas de fanerógamas marinas del litoral canario*. Consejería de Agricultura y Pesca. Gobierno de Canarias. Sin publicar.

VIERAEA	Vol. 35	109-120	Santa Cruz de Tenerife, octubre 2007	ISSN 0210-945X
---------	---------	---------	--------------------------------------	----------------

Diet of the “key herbivore” *Diadema antillarum* in two contrasting habitats in the Canary Islands (Eastern-Atlantic)

JOSÉ-CARLOS HERNÁNDEZ¹, M^a. CANDELARIA GIL-RODRÍGUEZ²,
GUACIMARA HERRERA-LÓPEZ² & ALBERTO BRITO¹

¹ *Departamento de Biología Animal (Ciencias Marinas). Fac. de Biología*

² *Departamento de Biología Vegetal (Botánica). Fac. de Farmacia.*

Universidad de La Laguna. 38071 La Laguna Tenerife, Canary Islands.

JOSÉ-CARLOS HERNÁNDEZ, M^a CANDELARIA GIL-RODRÍGUEZ, GUACIMARA HERRERA-LÓPEZ & ALBERTO BRITO. (2007). Dieta del herbívoro dominante *Diadema antillarum* en dos hábitats diferentes de Islas Canarias. *VIERAEA* 35: 109-120.

RESUMEN: Se analizó el contenido estomacal de 30 ejemplares del erizo *Diadema antillarum* recolectados estacionalmente durante dos años en dos ambientes diferentes (blanquiales y frentes de ramoneo) en las islas Canarias (Tenerife). Los resultados muestran la influencia del ambiente en la dieta del erizo *Diadema antillarum*. No se encontraron variaciones anuales en la dieta, sin embargo si detectamos diferencias entre las dietas de erizos de blanquial y los del frente de la zona ramoneada. *Diadema antillarum* es un ramoneador herbívoro, si bien consume invertebrados, especialmente en zonas de blanquial donde las macroalgas son escasas. En los contenidos estomacales, el grupo de las algas filamentosas se encontró en mayor proporción que los demás grupos algales o animales, independientemente del ambiente, mes o año.

Palabras Claves: contenido intestinal, comunidades submareales, islas Canarias, *Diadema antillarum*.

ABSTRACT: We analyzed the gut content of 30 sea urchins of the species *Diadema antillarum* which were collected seasonally over the course of two years from two different marine environments (barren grounds and grazing fronts) in the Canary Islands (Tenerife). Results show the influence of these two habitats on the diet of the sea urchin *Diadema antillarum*. No annual variations in diet were recorded; however we did find seasonal variations in diet in both barren and grazing front habitats. *D. antillarum* is mainly an herbivorous grazer but it also consumes invertebrates, especially in barren areas where seaweeds are scarce. Within the gut contents, filamentous algae were found in larger proportion than any other algal or animal group, independent of environment, month or year.

Keywords: gut content; subtidal communities; Canary Islands; *Diadema antillarum*.

INTRODUCTION

Sea urchins are widely distributed throughout the world's oceans and often serve important roles, for example controlling macroalgal populations and organizing the structure of shallow subtidal communities (*e.g.* Lawrence 1975; Sammarco 1982; Vadas 1985; Harrold & Reed 1985). However, there is variation in feeding preferences among echinoid species and preferential feeding can have different effects on the structure of benthic communities. Although echinoids may have specific food preferences, our knowledge of what they consume is often determined by food availability. This is often the case for sea urchins that are generalist consumers (Lawrence 1975; Ogden 1976). For example, John *et al.* (1992) showed that *Diadema antillarum* Philippi, 1845 along the tropical African coast preferred filamentous and fleshy seaweeds of the different available types. In contrast Sammarco (1977; 1982) noted that high densities of *D. antillarum* in the Caribbean produced an important change in algal composition, the urchin tended to feed on crustose forms and microalgae.

Most regular echinoids are herbivorous and their diets consist mainly of seaweeds. They may be omnivorous or entirely carnivorous when animal matter is the primary food source available as is the case in overgrazed sites (Himmelman & Steele 1971; Lawrence 1975; Chapman 1981; Harrold & Reed 1985; Vadas 1985; Sebens 1986; Vadas *et al.* 1986; Witman 1987; Briscoe & Sebens 1988). In many regions, the intensive grazing and behavioural activities of echinoids create halos (Ogden *et al.* 1973; Andrew & Choat 1985; Andrew 1994), barren grounds or coralline pavements (Breen & Mann 1976; Ayling 1981).

At high densities, grazing activity of sea urchins becomes intense and food availability becomes limiting. In barren grounds, sea urchins intensify their grazing activity and become less selective in their food preference (Lawrence & Sammarco 1982). When sea urchins are in low abundance, algal beds flourish in the rocky subtidal zone. As sea urchins increase in number, they begin to aggregate along the edge of algal beds forming a destructive grazing "front" (Whartog & Mann 1981). In the Canary Islands, these "grazing fronts" advance across the algal bed and can rapidly create extensive barren grounds that are denuded of fleshy macroalgae (Aguilera *et al.* 1994; Brito *et al.* 2004; Tuya *et al.* 2004a; Tuya *et al.* 2004b).

Diadema antillarum generally feeds at night and makes long excursions over reef or rocky areas and sand flats in the Caribbean (Randall *et al.* 1964; Ogden *et al.* 1973; Carpenter 1984) and in the Canary Islands (Casañas *et al.* 1998; Tuya *et al.* 2004c). This nightly movement pattern of the sea urchin is usually termed "homing" or "crevice fidelity" and refers in particular to the repeated occupation of the same refuge (Carpenter 1984). Many authors consider this behaviour to help the organism reduce or avoid predation (Nelson & Vance 1979; Carpenter 1984; Sala & Zabala 1996; James 2000; Barnes & Crook 2001; Levitan & Genovese 1989). However, the homing behaviour of echinoids may be influenced by a variety of abiotic and biotic factors (Carpenter 1984; Dance 1987; Sala & Zabala 1996; James 2000; Tuya *et al.* 2004c; Hereu 2005).

Among these abiotic factors, water turbulence is an important factor that affects *D. antillarum* abundance (Alves *et al.* 2001) and modifies sea urchins grazing activity since high energy environments may reduce urchin grazing capability (Kawamata 1998). However, these environments may also supply more food to the sea urchin populations (Rogers-Bennett *et al.* 1995).

We decided to conduct a study to find differences which may exist in species composition of *D. antillarum* diets. In order to do this *D. antillarum* gut contents were recorded at two contrasting habitats: sheltered and exposed. Our aims were to clarify three points: (1) Does habitat influence the diet of *Diadema antillarum*? (2) Is there inter-annual or inter-seasonal variation in diet within each habitat? (3) Which algal or animal groups are present in the diet of *D. antillarum* in each habitat?

MATERIAL AND METHODS

We studied gut contents of *Diadema antillarum* at two contrasting habitats in Abades (28°08'26"N - 16°26'04"W), south-east Tenerife (Canary Islands). At this single study location we removed urchins at a depth of 4-10 m. We compared gut contents of sea urchins from a grazing front with high water turbulence to that of urchins from a more sheltered adjacent barren ground.

The grazing front consisted of a dense bed of *D. dichotoma* (Hudson) J.V. Lamouroux, *D. liturata* J. Agardh, *D. pfaffi* Schmetter, and also *Asparagopsis taxiformis* (Delile) Trevisan de Saint-León. Erect algal cover in the grazing front was up to 75 %. Generally, overhead this algal band we found an algal community dominated by *Lobophora variegata* (J.V. Lamouroux) Womersley ex E.C. Oliveira and *Stypocaulon scoparium* (Linnaeus) Kützing, and occasionally mixed with *Padina pavonica* (Linnaeus) Thivy.

Barren ground areas are dominated by encrusting coralline algae with scattered patches of filamentous algae and microalgae (mainly *Blennothrix lynbyacea* (Kützing ex Gomont) Anagnostidis & Komárek, *Lyngbya lutea* (C. Agardh) Areschoug, *Ceramium* sp. and *Pseudochlorodesmis furcellata* (Zanardini) Boergesen. Other species such as *Padina pavonica*, *Dictyota dichotoma*, *D. pfaffii* and *Lobophora variegata* are present in crevices. *L. variegata* may also be present on rocks, displaying a crustose morphology adapted to high grazing pressures.

Sea urchin density and mean body size were different at the two habitats. In the grazing front, sea urchins were sparsely distributed throughout the period of the study (mean density: < 5 urchins m⁻²; Hernández unpublished data). The highest sea urchin density was observed in barren grounds (mean density: 10.5 urchins m⁻²; Hernández unpublished data). Throughout the study period, sea urchins in the grazing front were bigger (mean test diameter: ~50 mm; Hernández unpublished data) than those in barren grounds (~35 mm Hernández unpublished data).

In each habitat, thirty individuals were collected seasonally (Spring-Summer-Autumn-Winter) during two years (2002-2003). All collections were made in the morning to minimize complications from a daily feeding rhythm (Lawrence & Sammarco 1982; Carpenter 1984). Algal species found in the analyzed guts were divided into seven functional groups according to Steneck & Dethier (1994): microalgae, filamentous, foliose, articulate, foliose corticated, macrophytes corticated and crustose for statistical analysis (Table 1). Invertebrate species were divided into two functional groups according to their motility: sessile and vagile (Table 1).

The presence/absence taxa data matrix between frequency and taxa was transformed to a frequency taxa and functional group data matrix for statistical analysis.

Algal functional groups
Microalgae
<i>Blennorhix lyngbyaceae</i> (Kützing ex Gomont) Anagnostidis et Komárek
<i>Calothrix crustacea</i> Schousboe et Thuret ex Bornet et Flahault
Diatom (unidentified)
<i>Lyngbya confervoides</i> C. Agardh ex Gomont
<i>Lyngbya lutea</i> (C. Agardh) Areschoug
<i>Lyngbya</i> sp.
<i>Oscillatoria</i> sp.
<i>Schizothrix</i> sp.
Filamentous
<i>Acrochaetium</i> sp.
<i>Ceramium</i> sp.
<i>Chaetomorpha</i> sp.
<i>Cladophora</i> sp.
<i>Cladophoropsis membranacea</i> (Hofman Bang ex C. Agardh) Boergesen
<i>Diplohamnion jolyi</i> Hoek
<i>Hinckia intermedia</i> (Rosenvinge) P.C. Silva
<i>Myrionema strangulans</i> Greville
<i>Polysiphonia</i> sp.
<i>Pseudoclorodesmis furcellata</i> (Zanardini) Boergesen
<i>Rhizoclonium tortuosum</i> (Dillwyn) Kützing
<i>Siphonocladales</i> sp.
<i>Sphacelaria fusca</i> (Hudson) S.F. Gray
<i>Sphacelaria</i> sp.
<i>Sphacelaria tribuloides</i> Meneghini
<i>Ullothrix flacca</i> (Dillwyn) Thuret
<i>Urospora laeta</i> (Thuret ex Bornet) Boergesen
Foliose
<i>Ulva</i> sp.
Corticated foliose
<i>Dictyota dichotoma</i> (Hudson) J.V. Lamoroux
<i>Dictyota</i> sp.
<i>Lobophora variegata</i> (J.V. Lamoroux) Womersley ex E.C. Oliveira
Corticated macrophytes
<i>Codium intertextum</i> F.S. Collins and Hervey
<i>Codium</i> sp.
<i>Stylocolum scoparium</i> (Linnaeus) Kützing
Articulated calcareous
<i>Amphiroa</i> sp.
Articulated calcareous (unidentified)
<i>Corallina elongata</i> J. Ellis and Solander
<i>Jania adhaerens</i> J.V. Lamouroux
<i>Jania rubens</i> (Linnaeus) J.V. Lamouroux
Crust
Crust coralline (unidentified)

Invertebrate functional groups
Sessile
Bivalve mollusk
Bryozoa
Hydroid
Sponge
Vagile
Copepod
Gastrop mollusk
Nematode

Table 1. List of algal and invertebrate taxa identified in guts of *Diadema antillarum* and grouped into seven algal functional groups and two invertebrate functional groups.

Similarity in the frequency of taxa and functional groups observed in guts of *D. antillarum* was analyzed by calculating Bray-Curtis similarity coefficients (Clarke & Green 1988). For graphical representation, a two dimensional non-metric multidimensional scaling (nMDS) using ordination was carried out (Clarke 1993; Clarke & Warwick 2001). Analysis was performed on a frequency taxa and functional group matrix.

One-way analysis of similarity (ANOSIM) was performed to test differences between habitats. A two way nested analysis of similarity in gut content composition (taxa and functional group) was carried out between year and season for each habitat (Clarke & Green 1988).

The SIMPER protocol was used to examine taxa and functional groups that contributed to create the patterns shown by MDS analysis (Clarke 1993; Clarke & Warwick 2001).

RESULTS

A total of 45 taxa were found in the gut contents of *Diadema antillarum*: 8 microalgae, 17 filamentous algae, 1 foliose alga, 3 corticated foliose algae, 3 corticated macrophytes, 5 articulated calcareous algae, 1 crustose alga, 4 sessile invertebrates and 3 vagile invertebrates (Table 1).

In both barren ground and grazing front, algae comprised a higher proportion of the gut contents of *D. antillarum* compared with invertebrates (Figure 1). However, the percentage of invertebrate groups was higher in urchins from the barren habitat than in urchins from the grazing front. Filamentous and microalgae functional groups were the most important groups in the guts of *D. antillarum* from the barren habitat although the sessile invertebrates were present. In the grazing front, filamentous and then articulated and corticated macrophytes were the most important groups.

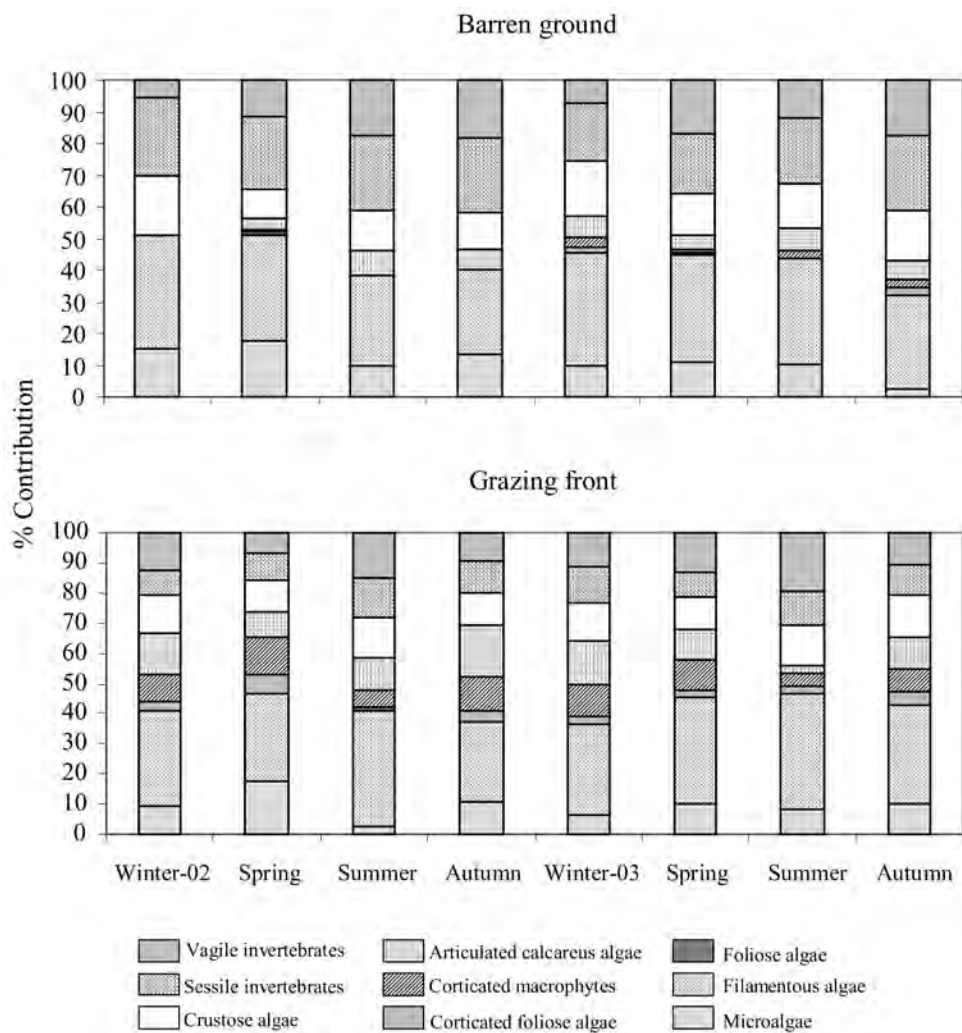


Figure 1. Percent of contribution of different functional groups to gut contents in barren ground and grazing front during the study period (mean \pm SE; $n = 30$).

Similar results were observed for both the taxa and functional group matrices. The barren ground and grazing front samples formed two separate clusters. However, years and seasons did not show any clear pattern along the ordination space also before detected (Figure 2).

The ANOSIM procedure conducted both for taxa and functional group datasets detected significant differences between habitats (Table 2). However, no differences were detected between years within the same habitat. However, inter-seasonal variations within each habitat were found to be significant (Table 2).

Factor	Algal taxa data matrix			Functional groups data matrix		
	N° of permutations	Global R	Significance (%)	N° of permutations	Global R	Significance (%)
Habitat	999	0.267	0.1	999	0.205	0.1
Barren ground						
Year	35	0.021	48.6	35	-0.052	62.9
Season (year)	999	0.176	0.1	999	0.101	0.1
Grazing front						
Year	35	-0.042	62.9	35	-0.01	48.6
Season (year)	999	0.168	0.1	999	0.144	0.1

Table 2. Results of one way ANOSIM test examining differences between habitats and results of two ways nested ANOSIM test examining differences between years and seasons within years for each habitat.

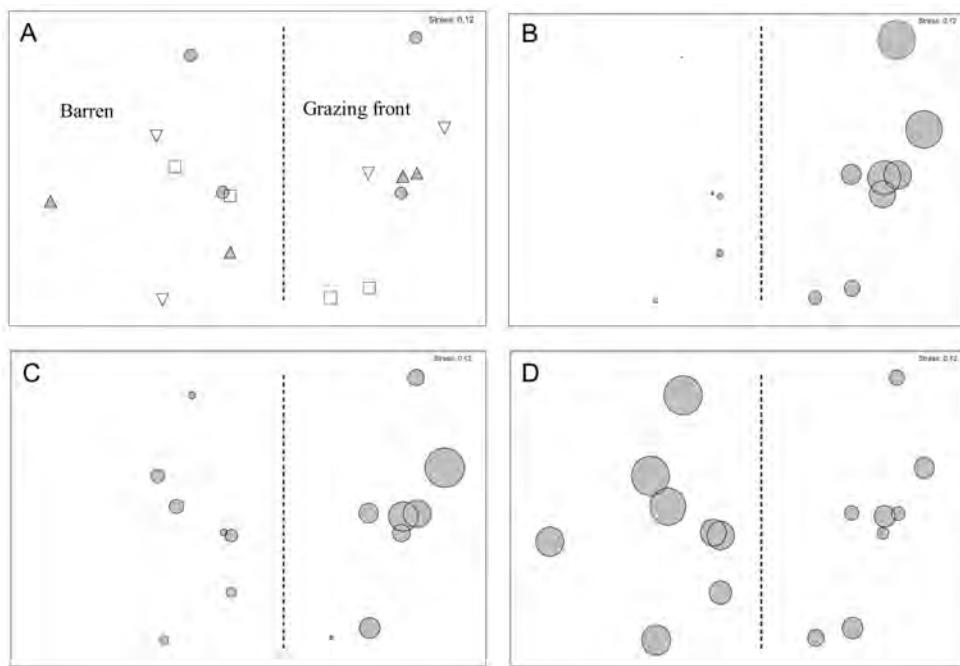


Figure 2. Non Multidimensional scaling (nMDS) ordination of each sample taken in barren ground and in gazing front bases on functional group gut contents data and bubbles that represent the percentage contributions to difference of the most important functional groups. A: samples ordination; B: bubble c.mac; C: bubble art; D: bubble sessile.

The SIMPER procedures showed that the algae *Stypocaulon scoparium* and *Jania adhaerens* represented the most important taxa separating both habitats. Corticated macrophytes, articulated calcareous algae, sessile invertebrates and microalgae were the most important functional groups that separated the studied habitats (Table 3; Figure 2). In barren areas, sponges, *Sphacelaria* sp., *Lyngbya lutea* and hydroids were the main taxa which differed between seasons. Vagile invertebrates, filamentous algae, microalgae and sessile invertebrates were the main groups which differed between the seasons. In

Taxa	Barren-Grazing %	Functional groups data matrix	Barren-Grazing %
Gastrop mollusk	5.30	Articulate algae	18.14
Hydroid	13.93	Corticated macrophytes	23.89
<i>Jania adhaerens</i>	6.96	Microalgae	10.99
<i>Oscillatoria</i> sp	5.18	Sessile invertebrates	16.81
<i>Rhizoclonium tortuosum</i>	5.28		
<i>Sphacelaria</i> sp	4.70		
Sponge	6.16		
<i>Stypocaulon scoparium</i>	12.90		

Table 3. Results of SIMPER test on percentage contributions of taxa and functional groups to determine significant differences (up to 60 %) between habitats.

grazing front, *Stypocaulon scoparium*, *Jania adhaerens* and *Lyngbya lutea* were the principal taxa which differed between seasons. Articulate calcareous algae, corticated macrophytes and microalgae were the principal functional groups which differed between seasons (Table 4).

DISCUSSION AND CONCLUSION

The diet of *Diadema antillarum* sea urchins is mainly herbivorous although an important proportion consists of small invertebrates in both the western Atlantic (Randall *et al.* 1964; Sammarco 1977; 1982) and in the Canary Islands in the eastern Atlantic (Herrera-López *et al.* 2003). In our study, the most frequently occurring algal group found in gut contents was filamentous algae regardless of the habitat, year or season. Vadas (1977) recorded a preference for filamentous algae in *Strongylocentrotus* in laboratory tests and justified this preference as an optimisation strategy in order to improve adsorption, thereby increasing body size and reproductive potential. Our results suggest that this fact may also apply to *Diadema antillarum*, since filamentous algae comprised the largest proportion of gut content, independent of environment, month or year of study.

Diadema antillarum changes its diet depending on habitat. The proportion of seaweeds to invertebrates varies between habitats. In barren areas, the gut content showed a larger proportion of small invertebrates compared with in grazing fronts, which is directly related to food availability (Lawrence, 1975; Ogden, 1976). In barren areas, gut content of *D. antillarum* consisted of a higher proportion of invertebrates than in grazing areas where algal availability is higher than in barren areas. Similarly, the diet of sea urchins from barren areas has a larger proportion of sessile compared with vagile invertebrates. Motile invertebrates are associated with algal beds and, as expected, the diet of sea urchins from the grazing front contained more vagile invertebrates.

Our results suggest that the most consumed functional groups in grazing front were corticated macrophytes and articulated algae. The greater consumption of these groups is directly related to the greater hydrodynamic regime experienced by algal communities located only on the upper bounds of the reef. The supply of drift algae may be greater due to increased wave action which dislodges and transports plants (Rogers-Bennett *et al.* 1995) so that in this habitat sea urchins, protected in their cryptic refuges, behave as “sit and wait grazers” (Chapman & Underwood, 1992), taking advantage of “out rooted”

	1-2 %	1-3 %	2-3 %	1-4 %	2-4 %	3-4 %
Barren-taxa						
<i>Blennothrix lyngbyaceae</i>	5.22		7.88		9.47	5.36
<i>Ceramium</i> sp.					5.12	5.85
Copepod				5.73	6.36	6.04
Articulated calcareous	3.91	9.54	8.87			5.09
Crustose	5.74					
Gastrop mollusk	11.30	8.04	5.38	8.42		
Hydroid		6.65	5.38	7.64	7.04	7.80
Nematod		6.47	5.89	5.28		
<i>Lyngbya lutea</i>		6.11	6.46	7.37	10.84	12.22
<i>Oscillatoria</i> sp.	9.10					
<i>Polysiphonia</i>				5.31	7.35	8.67
<i>Rhizoclonium tortuosum</i>	5.33		6.64			
<i>Sphacelaria</i> sp.	9.23	9.48	5.94	7.63	5.88	7.12
Sponge	11.75	15.49	12.81	14.80	9.66	5.11
Barren-functional groups						
Articulate algae		18.85	14.95			
Filamentous algae	16.85		20.93		25.23	
Microalgae	16.51		21.61	18.87	29.72	29.82
Sessile invertebrates		17.36	17.07	15.51	13.44	16.24
Vagile invertebrates	27.83	36.18		35.72		20.93
Grazing-taxa						
Articulated calcareous	8.39	7.20	5.74		6.51	7.22
<i>Blennothrix lyngbyaceae</i>	6.16		6.74	4.06	5.33	5.60
<i>Ceramium</i> sp.	4.10					
Copepod						5.05
Crust coralline	5.35				4.52	
<i>Dictyota dichotoma</i>	6.73			5.14	5.74	
<i>Dictyota</i> sp.				3.83		
Gastrop mollusk	7.69		5.56	4.32	6.63	4.59
Hydroid	4.20	5.67		6.32		
<i>Jania adhaerens</i>		9.97	5.76	9.24	7.61	12.49
Nematode		6.22		3.82		5.42
<i>Lyngbya lutea</i>	6.65	6.16	9.42	4.79	7.59	5.11
<i>Rhizoclonium tortuosum</i>		7.99	7.55			6.72
<i>Sphacelaria</i> sp.	8.21		5.64	5.96	6.20	
Sponge		7.55	6.57	7.10	6.51	
<i>Stypocaulon scoparium</i>	4.66	10.44	10.25	7.46	6.83	8.58
Grazing-functional groups						
Articulate algae	23.66	28.84		28.85	25.03	25.28
Corticated macrophytes		18.59	15.32	17.40	13.48	
Filamentous algae		15.42	14.22			16.31
Microalgae	22.20		20.73	16.53	18.48	15.82
Sessile invertebrates	10.97					
Vagile invertebrates	11.53		18.19		10.21	17.11

Table 4. Results of SIMPER test on percentage contributions of taxa and functional groups to determine significant differences (up to 60 %) among seasons of gut contents in both habitats: barren ground and grazing front. 1: Winter; 2: Spring; 3: Summer; 4: Autumn.

seaweeds. In contrast in the barren habitat, sea urchins graze out of their refuges (Tuya *et al.* 2004 c) and feed on sessile invertebrates, microalgae and the common filamentous algae of barren areas (Jonh *et al.* 1992).

Sea urchin diet does not vary over years but there is a clear seasonal variation that could be the result of the seasonal growth of seaweeds, surge action and its effect on algal availability. Seasonal growth of seaweeds in barren areas seems to have an important effect on *Diadema antillarum* diet. In addition to greater algal growth, grazing areas also have a larger proportion of out rooted seaweeds that are available due to the highly

hydrodynamic nature of these areas. Our results indicate that this phenomenon could also play an important role in the diet of *Diadema antillarum*.

In barren areas, changes in functional groups observed through gut content analysis, namely, filamentous algae, microalgae and sessile invertebrates were dependent on seasonal variations in *Diadema antillarum* diet. The main taxa found to vary seasonally in diet were invertebrates, sponges, hydroids and two filamentous algae (*Sphacelaria sp.* and *Lyngbya lutea*), both of them with a clear seasonal growth.

On the other hand, seasonal changes of *Diadema antillarum* diet in grazing habitats were mainly seen in other functional groups e.g. articulate calcareous algae, corticated macrophytes and microalgae. In this environment, *Stypocaulon scoparium* was the most important algal species to change seasonally in *D. antillarum* diet. In grazing areas, variations of *Jania adhaerens* and *Lyngbya lutea* constituted the main changes in *D. antillarum* diet. These algal species have seasonal growth which may explain why they fluctuate in *D. antillarum* diet.

This is the first study of diet in *Diadema antillarum* in barren and grazing front habitats of the Canary Islands. An interesting further study would be to examine the isotopic composition of calcareous structures of sea urchins from both habitats in order to determine their elemental composition (animal vs. vegetal). Moreover an exhaustive study of seasonal variation in species and algal beds using scrapings methods would be beneficial. A study of this type could help us to identify seasonal species and their growth periods, and perhaps aim an understanding of how algal blooms affect the diet of *Diadema antillarum*.

Gut contents of the sea urchin *Diadema antillarum* were analysed in two contrasting habitats: sheltered-barren ground and exposed-grazing front. Results show a high influence of habitat on diet of the sea urchin *D. antillarum*. In both habitats, algae comprised a higher proportion of the gut contents of *D. antillarum* than invertebrates. Overall filamentous algae constituted the largest proportion of gut contents, independent of environment, season or year. In the barren ground, filamentous and microalgae were the most important groups in the guts of *D. antillarum*, although sessile invertebrates were also important. In the grazing front, filamentous and then articulated and corticated macrophytes were the most important groups. Greater consumption of these groups is directly related to the greater hydrodynamic regime experienced by algal communities located only on the upper bounds of the reef.

There were no annual variations on diet but we have found seasonal variations in barren and grazing fronts. In barren areas, changes in functional groups, namely, filamentous algae, microalgae and sessile invertebrates were linked to seasonal variation in *D. antillarum* diet. Seasonal changes in the diet of *D. antillarum* in grazing areas resulted in the observation of different functional groups in the gut contents e.g. articulate calcareous algae, corticated macrophytes and microalgae.

ACKNOWLEDGEMENTS

We are indebted to J.M. Falcón for providing useful comments on statistical design. Many thanks to Sabina Clemente and Jane Manning for translator labour. We are grateful to the Consejería de Medio Ambiente del Gobierno de Canarias for supporting this research.

REFERENCES

- AGUILERA, F., A. BRITO, C. CASTILLA, A. DÍAZ, J.M. FERNÁNDEZ-PALACIOS, A. RODRÍGUEZ, F. SABATÉ & J. SÁNCHEZ. (1994). *Canarias, economía, ecología y medio ambiente*. La Laguna: Francisco Lemus Editor. pp 361.
- ANDREW, N.L. & J.H. CHOAT. (1985). Habitat related differences in the survivorship and growth of juvenile sea urchins. *Marine Ecology Progress Series* 27: 155-161.
- ANDREW, N.L. (1994). Survival of kelp adjacent to areas grazed by sea urchins in New South Wales, Australia. *Australian Journal of Ecology* 19: 466-472.
- ALVES, F.M.A., L.M. CICHARO, E. SERRAO & A.D. ABREU. (2001). Algal cover and sea urchin spatial distribution at Madeira Island (NE Atlantic). *Scientia Marina* 65: 383-392.
- AYLING, A.M. (1981). The role of biological disturbance in temperate subtidal encrusting communities. *Ecology* 62: 830-847.
- BARNES, D.K.A. & A.C. CROOK. (2001). Quantifying behavioural determinants of the coastal European sea urchin *Paracentrotus lividus*. *Marine Biology* 138: 1205-1212.
- BREEN, P.A. & K.H. MANN. (1976). Changing lobster abundance and the destruction of kelp beds by sea urchins. *Marine Biology* 34: 137-142.
- BRISCOE, C.S. & K.P. SEBENS. (1988). Omnivory in *Strongylocentrotus droebachiensis* Muller Echinodermata: Echinoidea: predation on subtidal mussels. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 115: 1-24.
- BRITO, A., J.C. HERNÁNDEZ, J.M. FALCÓN, N. GARCÍA, G. GONZÁLEZ-LORENZO, M.C. GIL-RODRÍGUEZ, A. CRUZ-REYES, G. HERRERA, A. SANCHO, S. CLEMENTE, E. CUBERO, D. GIRARD & J. BARQUÍN. (2004). El Erizo de lima (*Diadema antillarum*) una especie clave en los fondos rocosos litorales de Canarias. *Makaronesia* 6: 68-86.
- CARPENTE, R.R.C. (1984). Predator and population density control of homing behaviour in the Caribbean equinoid *Diadema antillarum*. *Marine Biology* 82: 101-108.
- CASAÑAS, A., H. HANEK-LARSEN & R. HAROUN. (1998). Developmental stages of *blanquizar* due to herbivory by the sea urchin *Diadema antillarum* Philippi in the Canary Islands. *Bolletín do Museo Municipal do Funchal* 5: 139-146.
- CHAPMAN, A.R.O. (1981). Stability of sea urchin dominated barren grounds following destructive grazing of kelp in St. Margaret's Bay, Eastern Canada. *Marine Biology* 62: 307-311.
- CHAPMAN, M.G. & A.J. UNDERWOOD. (1992). Foraging behaviour of marine benthic grazers. In: (D.M. Jonh, S.J. Hawkins & J.H. Price, eds). *Plant-Animal Interactions in the Marine Benthos*. Oxford Clarendon Press, Oxford. pp. 87-99.
- CLARKE, K.R. (1993) Non-parametric multivariate analysis of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology*, 18, 117-143.
- CLARKE, K.R. & R. H. GREEN. (1998). Statistical design and analysis for a "biological effects" study. *Marine Ecology Progress Series* 46: 213-226.
- CLARKE, K.R. & R.M. WARWICK. (2001). Changes in marine communities: An approach to statistical analysis and interpretation, 2nd edition. Plymouth: PRIMER-E.

- DANCE, C. 1987. Patterns of activity of the sea urchin *Paracentrotus lividus* in the Bay of Port-Cross (Var, France, Mediterranean). *Marine Ecology* 8: 131-142.
- HEREU, B. (2005). Movement pattern of the sea urchin *Paracentrotus lividus* in a marine reserve and an unprotected area in the NW Mediterranean. *Marine Ecology* 26: 54-62.
- HARROLD, C. & D.C. REED. (1985). Food availability, sea urchin grazing, and kelp forest community structure. *Ecology* 66: 1160-1169.
- HERRERA-LÓPEZ, G., A. CRUZ-REYES, J.C. HERNÁNDEZ, N. GARCÍA, G. GONZÁLEZ-LORENZO, M.C. GIL-RODRÍGUEZ, A. BRITO, J.M. FALCÓN. (2003). Alimentación y diversidad algal en la dieta del erizo *Diadema antillarum* en Tenerife, Islas Canarias. *Revista de la Academia Canaria de Ciencias* 15: 129-141.
- HIMMELMAN, J.H. & D.H. STEELE. (1971). Foods and predators of the green sea urchin *Strongylocentrotus droebachiensis* in Newfoundland waters. *Marine Biology* 9: 315-322.
- JAMES, D.W. (2000). Diet, movement, and covering behavioural of the sea urchin *Toxopneustes roseus* in rodolith beds in the Gulf of California, Mexico. *Marine Biology* 137: 913-923.
- JOHN, D.M., J.H. PRICE & G.W. LAWSON. (1992). Tropical east Atlantic and Islands: plant-animal interactions on tropical shores free of biotic reefs. In: (D.M. John, S.J. Hawkins & J.H. Price, eds). *Plant-Animal Interactions in the Marine Benthos*. Oxford Clarendon Press, Oxford. pp. 87-99.
- KAWAMATA, S. (1998). Effect of wave-induced oscillatory flow on grazing by a subtidal sea urchin *Strongylocentrotus nudus* (A. Agassiz). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 224: 31-48.
- LAWRENCE, J.M. (1975). On the relationships between marine plants and sea urchins. *Oceanographic Marine Biology Annual Review* 13: 213-286.
- LAWRENCE, J.M. & P.W. SAMMARCO. (1982). Effect of feeding: Echinoidea. In: (M. Jangoux & J. M. Lawrence, eds). *Echinoderm Nutrition*. A. A. Balkema, Rotterdam. Pp. 499-519.
- LEVITAN, D.R. & S.J. GENOVESE. (1989). Substratum-dependent predator-prey dynamics: patch reefs as refuges from gastropod predation. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 130: 111-118.
- NELSON, B.V. & R.R. VANCE. (1979). Die foraging patterns of the sea urchin *Centrostephanus coronatus* as a predator avoidance strategy. *Marine Biology* 51: 251-258.
- OGDEN, J.C., R.A. BROWN & N. SALESKY. (1973). Grazing by the echinoid *Diadema antillarum* Phillippi: formation of halos around West Indian patch reefs. *Science* 182: 715-717.
- OGDEN, J.C. (1976). Some aspects of herbivore-plant relationships on Caribbean reefs and seagrass beds. *Aquatic Botanic* 2: 103-116.
- RANDALL, J.E., R.E. SCHROEDER & W.A. STARCK. (1964). Notes on the biology of the echinoid *Diadema antillarum*. *Caribbean Journal of Science* 4: 421-433.

- ROGERS-BENNETT, L., W.A. BENNETT, H.C. FASTENAU & C.M. DEWEEES. (1995). Spatial variation in red sea urchin reproduction and morphology: implications for harvest refugia. *Ecological Application* 5: 1171-1180.
- SALA, E. & M. ZABALA. (1996). Fish predation and the structure of the sea urchin *Paracentrotus lividus* population in the NW Mediterranean. *Marine Ecology Progress Series* 140: 71 – 81.
- SAMMARCO, P.W. (1977). Regulation of competition and disturbance in a reef community by *Diadema antillarum*. IV Simposium Internacional de Ecología Tropical. Panamá.
- SAMMARCO, P.W. (1982). Effects of grazing by *Diadema antillarum* Philippi (Echinodermata: Echinoidea) on algal diversity and community structure. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 65: 83-105.
- SEBENS, K.P. (1986). Community ecology of vertical rock walls in the Gulf of Maine, USA: small-scale processes and alternative community states. In: (P.G. Moorse & R. Seed, eds). *The Ecology of Rocky Coasts*. Columbia University Press. New York. pp. 346-371.
- STENECK, R.L. & M.N. DETHIER. (1994). A functional group approach to the structure of algal-dominated communities. *Oikos* 69: 476-498.
- TUYA, F., A. BOYRA, P. SÁNCHEZ-JEREZ, C. BARBERA & R.J. HAROUN. (2004a). Can one species determine the structure of the benthic community on a temperate rocky reef? The case of the long-spined sea-urchin *Diadema antillarum* (Echinodermata: Echinoidea) in the easter Atlantic. *Hydrobiologia* 519: 211-214.
- TUYA, F., A. BOYRA, P. SÁNCHEZ-JEREZ, C. BARBERA & R.J. HAROUN. (2004b). Relationships between rocky-reef fish assemblages, the sea urchin *Diadema antillarum* and macroalgae throughout the Canarian Archipelago. *Marine Ecology Progress Series* 278: 157-169.
- TUYA, F., J.A. MARTÍN & A. LUQUE. (2004c). Patterns of nocturnal movement of the long-spined sea urchin *Diadema antillarum* (Philippi) in Gran Canaria (Canary Islands, central east Atlantic Ocean). *Helgoland Marine Research* 58: 26-31.
- VADAS, R.L. (1977). Preferential feeding: an optimization strategy in sea urchins. *Ecological Monographs* 47: 337-371.
- VADAS, R.L. (1985). HERBIVORY. In: M.M. Littler & D.S. Littler (Eds). *Handbook of Phycological Methods*. Cambridge University Press, Cambridge. Pp. 531-572.
- VADAS, R.L., R.W. ELNER, P.E. GARWOOD & I.G. BABB. (1986). Experimental evaluation of aggregation behaviour in the sea urchin *Strongylocentrotus droebachiensis*. *Marine Biology* 90: 433-448.
- WHARTOG, W.G. & MANN K.M. (1981). Relationship between destructive grazing by the sea urchin, *Strongylocentrotus droebachiensis*, and the abundance of American lobster, *Homarus americanus*, on the Atlantic coast of Nova Scotia. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 38: 1339-1349.
- WITMAN, J.D. (1987). Subtidal coexistence: storms, grazing, mutualism, and the zonation of kelps and mussels. *Ecological Monographs* 57: 167-187.

VIERAEA	Vol. 35	121-134	Santa Cruz de Tenerife, octubre 2007	ISSN 0210-945X
---------	---------	---------	--------------------------------------	----------------

Morfología y distribución de las especies de *Polysiphonia* de las islas Canarias. 1. *Polysiphonia opaca* y *P. tripinnata* (Rhodophyta, Rhodomelaceae)

BERTA ROJAS-GONZÁLEZ & JULIO AFONSO-CARRILLO

*Departamento de Biología Vegetal (Botánica).
Universidad de La Laguna. E-38071 La Laguna. Islas Canarias.*

ROJAS-GONZÁLEZ, B. & J. AFONSO-CARRILLO (2007). Morphology and distribution of the species of *Polysiphonia* from the Canary Islands. 1. *Polysiphonia opaca* and *Polysiphonia tripinnata* (Rhodophyta, Rhodomelaceae). *VIERAEA* 35: 121-134.

ABSTRACT: This contribution is the first of a series in which we review the *Polysiphonia* of the Canary Islands, and in this one the vegetative and reproductive morphology and the distribution of *Polysiphonia opaca* and *Polysiphonia tripinnata* in the Canary Islands are examined. Several morphological features that are important for the distinction of *Polysiphonia* species occur in both species (presence of prostrate axes, absence of cortication, young branches arising in the axil of the trichoblasts, and septate rhizoids), but they can be identified with certainty on the basis of the number of pericentral cells: 22-24 in *P. opaca*, 16-19 in *P. tripinnata*. The specimens from the Canary Islands are in agreement with previous descriptions of these species, but they exhibit reduced dimensions. Both species seem to be relatively rare elements of the benthic marine mesoflora of the Canary Islands, and probably, they have a more wide distribution in the Canarian coasts. Small number of identifications can be related to the reduced size of the habit of these species.

Key words: Canary Islands, marine algae, phenology, morphology, *Polysiphonia opaca*, *Polysiphonia tripinnata*, Rhodomelaceae, Rhodophyta.

RESUMEN: Esta contribución es la primera de una serie en la que revisamos las *Polysiphonia* de Canarias, y en ella se estudia la morfología vegetativa y reproductora y la distribución de *Polysiphonia opaca* y *Polysiphonia pinnata* en las islas Canarias. Las dos especies comparten varios caracteres morfológicos que son importantes para distinguir las especies de *Polysiphonia* (presencia de ejes postrados, ausencia de corticación, ramas jóvenes originadas en la axila de los tricoblastos, y rizoides septados), pero pueden ser identificadas con fiabilidad sobre la base del número de células pericentrales: 22-24 en *P. opaca*, 16-19 en *P. tripinnata*. Los individuos de Canarias están en general de acuerdo con las descripciones previas de estas especies, pero exhiben dimensiones

mucho más reducidas. Ambas especies parecen ser elementos relativamente raros de la mesoflora bentónica marina de las islas Canarias, y probablemente, tienen una distribución más amplia en las costas canarias. El escaso número de identificaciones puede estar relacionado con las reducidas dimensiones del hábito de estas especies.

Palabras clave: algas marinas, Canarias, fenología, morfología, *Polysiphonia opaca*, *Polysiphonia tripinnata*, Rhodomelaceae, Rhodophyta.

INTRODUCCIÓN

El género *Polysiphonia* Greville (1823), nom. cons., inicialmente incluyó a la mayor parte de las plantas segmentadas de manera evidente incluidas en la familia Rhodomelaceae. Falkenberg (1901) fue el primero en concretar la definición de *Polysiphonia*, que luego fue perfeccionada por Kylin (1956) con la definición de nuevos géneros. *Polysiphonia* agrupa a las Rhodomelaceae con los siguientes caracteres: (1) organización radial, con ramas morfológicamente similares e indeterminadas, con porciones postradas de extensión limitada respecto a las erectas; (2) ramas subapicales originadas de forma exógena (las ramas endógenas pueden estar presentes en las ramas postradas de algunas especies) por división de células subapicales con anterioridad a la formación de las células pericentrales (o a partir de células basales de tricoblatos); y (3) un único tetrasporangio por segmento, formados en series en ramas terminales generalmente poco modificadas (Falkenberg, 1901; Hollenberg, 1942; Kylin, 1956; Womersley, 1979, 2003; Maggs & Hommersand, 1993).

Con más de 200 especies, *Polysiphonia* es uno de los géneros más diversificados dentro de las algas rojas. Sin embargo, según Kapraun & Rueness (1983) existen numerosos sinónimos y una alta confusión nomenclatural debido a las diagnósis inadecuadas usadas en las descripciones de las especies, los materiales tipo mal conservados o perdidos que impiden argumentar con los actuales criterios las diagnósis originales, y la falta de consistencia en el tratamiento de los ecotipos. Por ello, estudios que incluyan ilustraciones y detalladas descripciones de los caracteres con valor diagnóstico son muy necesarios porque ofrecen información sobre la variación morfológica de taxones concretos en floras regionales (Kapraun & Rueness, 1983).

Sin embargo, ha sido sugerido que *Polysiphonia* tal como es actualmente definido, constituye probablemente un grupo heterogéneo de especies (Choi *et al.*, 2001). Así, Kim & Lee (1999) establecieron el género *Neosiphonia* para las especies con cuatro células pericentrales que diferían de la especie tipo *P. urceolata* (Dillwyn) Greville [= *P. stricta* (Dillwyn) Greville] entre otros caracteres por presentar rizoides septados, ramas dispuestas en espiral, ejes espermatangiales sobre los tricoblastos y tetrasporangios en series espiraladas. Evidencias moleculares posteriores parecen distinguir en *Polysiphonia* sensu lato al menos tres grupos diferentes de especies (Choi *et al.*, 2001). Un primer grupo (*Polysiphonia* sensu stricto) con especies cuyos atributos morfológicos incluyen cuatro células pericentrales no corticadas, rizoides no septados, ramas dicótomas o alternas (no en espiral), ejes espermatangiales formados directamente desde las células axiales y tetrasporangios en series lineares (Kim *et al.*, 2000). Un segundo grupo incluye las especies que fueron segregadas a

Neosiphonia por Kim & Lee (1999). Y un tercer grupo, en el que además de especies con numerosas células pericentrales aparecen también próximamente relacionados otros géneros de Rhodomelaceae (ver Choi *et al.*, 2001). No obstante, hasta el momento no ha sido posible establecer claras fronteras morfológicas entre estos grupos, lo que sugiere que la posibilidad de segregación de *Polysiphonia* sensu lato parece resultar mucho más compleja de lo inicialmente estimado. En esta situación, y a la espera de que nuevas evidencias morfológicas y moleculares puedan aportar luz sobre la posición a nivel género de estas plantas, aquí retenemos la definición de *Polysiphonia* dada por Womersley (1979, 2003) y Maggs & Hommersand (1993).

De acuerdo con Womersley (1979, 2003) y Maggs & Hommersand (1993) los principales caracteres utilizados para separar las especies de *Polysiphonia* son los siguientes: (1) número de células pericentrales, que ha permitido distinguir tradicionalmente dos secciones en este género (ver Lauret, 1967, 1970; Feldmann, 1981): la sección '*Oligosiphonia*' (especies con cuatro células pericentrales) y la sección '*Polysiphonia*' (especies con más de cuatro células pericentrales); (2) disposición y forma de los tricoblastos; (3) presencia y extensión de filamentos corticales (corticación) alrededor de las células pericentrales; (4) hábito (exclusivamente erecto, o con porciones decumbentes o postradas); (5) tipo de ramificación y su relación con los tricoblastos; (6) morfología de los rizoides (separados de la célula pericentral por una pared, o en conexión con la célula pericentral); (7) forma de los cistocarpos (incluyendo la forma de las células del pericarpo y del ostiolo); (8) forma, tamaño y posición con respecto a los tricoblastos de los ejes espermatangiales; y (9) disposición de los tetrasporangios (alineados o en espiral).

En las islas Canarias, han sido citadas unas veinticinco especies de *Polysiphonia* (Afonso-Carrillo & Sansón, 1999; Haroun *et al.*, 2002), pero tanto la morfología de los especímenes canarios como su distribución en las islas ha sido objeto de escasos estudios. El presente trabajo es resultado de un amplio estudio dedicado a las algas rojas rodomeleáceas (Rojas-González, 1997) y con él continuamos la revisión de los géneros de esta familia en las islas Canarias (ver Rojas-González & Afonso-Carrillo, 2004). Esta contribución es la primera de una serie en la que serán revisadas las *Polysiphonia* de Canarias. Aquí examinamos la morfología y la fenología de dos taxones de la sección *Polysiphonia*: *P. opaca* y *P. tripinnata*, las dos especies de Canarias que tienen el número de células pericentrales más elevado.

Se trata de dos especies escasamente estudiadas en las costas de las islas Canarias, y para las que la mayor parte de la información disponible está limitada a breves menciones en el interior de listados florísticos. Desde que se iniciaron los estudios ficológicos en las costas canarias fue constatada la presencia de *Polysiphonia opaca*, que fue citada por primera vez por Piccone (1884) para Lanzarote. Luego fue identificada en Gran Canaria (Børgesen, 1930; González, 1979), La Palma (Santos *et al.*, 1970; Audiffred & Weisscher, 1984; Audiffred & Prud'homme van Reine, 1985), Tenerife (Reyes *et al.*, 1994), Fuerteventura (González-Ruiz *et al.*, 1995) y El Hierro (Rojas-González & Afonso-Carrillo, 2000). Con respecto a *Polysiphonia tripinnata* el primer hallazgo documentado para Canarias es mucho más reciente. Viera-Rodríguez *et al.* (1987) la identificaron en La Graciosa, y posteriormente fue recolectada también en Gran Canaria (Morales-Ayala & Viera-Rodríguez, 1989), Fuerteventura (Betancort & González, 1992), Tenerife (Rojas-González & Afonso-Carrillo, 2000) y La Palma (Sangil *et al.*, 2003). Haroun *et al.* (2002) recopilaron las citas a nivel insular de ambas especies.

MATERIAL Y MÉTODOS

Las observaciones están basadas en (1) especímenes frescos recolectados entre 1991 y 1993 en diversas localidades de las islas Canarias, conservados en formalina al 4 % en agua de mar y depositados en TFC; y (2) especímenes secos de herbario depositados en TFC. Para las observaciones microscópicas se seleccionaron fragmentos vegetativos o ramas fértiles del material conservado en medio líquido que fueron teñidos, cuando fue necesario, durante 10 minutos con anilina azul al 1 % en agua, lavados con agua y montados en una solución acuosa de Karo al 50 %. Los especímenes secos de herbario fueron rehidratados previamente en una solución de formalina al 4 % en agua de mar. Los dibujos en cámara clara fueron obtenidos usando un microscopio Zeiss. Las abreviaturas de los herbarios siguen a Holmgren *et al.* (1990).

OBSERVACIONES

***Polysiphonia opaca* (C. Agardh) Moris et De Notaris**

Moris & De Notaris (1839), p. 264; Børgesen (1930), p. 104, figs 42-44; Newton (1931), p. 348; Cribb (1956), p. 138; Taylor (1960), p. 583; Lauret (1970), p. 139, lám. 13, figs 1-7, lám. 14, figs 8-13; Athanasiadis (1987), p. 101; Maggs & Hommersand (1993), p. 351, figs 109A-E.

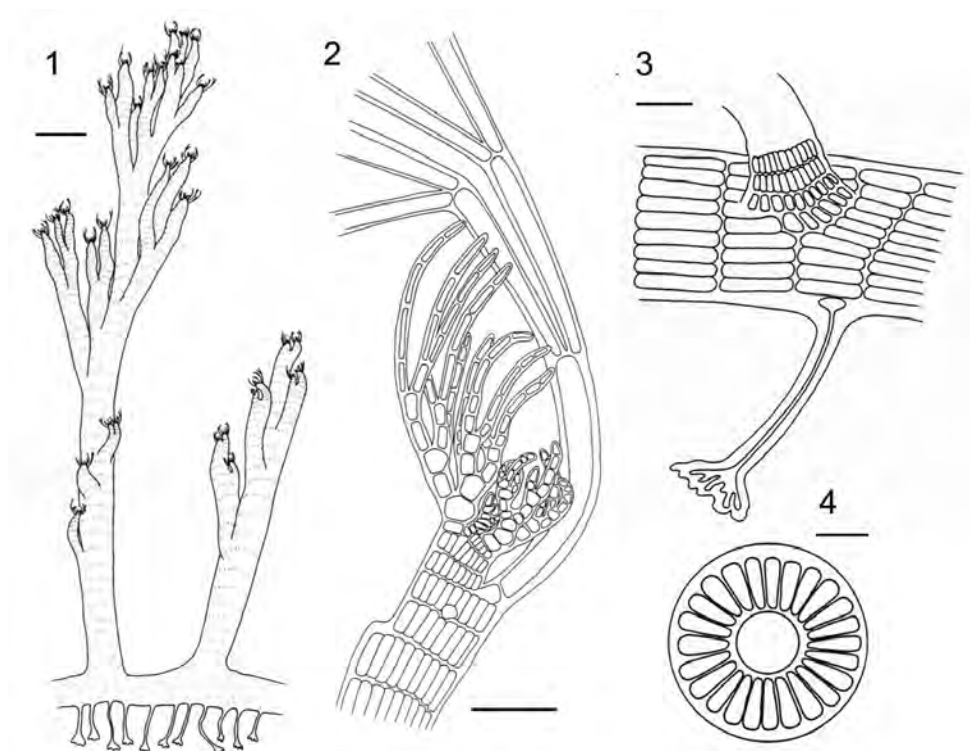
Basiónimo: *Hutchinsia opaca* C. Agardh (1824), p. 148.

Localidad tipo: Mar Adriático.

Distribución: Mediterráneo; costas atlánticas próximas desde Suecia a Marruecos, Azores, Madeira, Salvajes y Canarias. Atlántico Occidental (Carolina del Norte, Florida y Caribe). Este de Australia.

Material examinado: EL HIERRO: La Restinga (22.11.1991, TFC Phyc 9117; 13.11.1993, TFC Phyc 9119). LA PALMA: Las Caletas (03.07.1993, TFC Phyc 9123). TENERIFE: Iguete (08.04.1993, TFC Phyc 9429), Punta Hidalgo (21.02.1992, TFC Phyc 9118; 04.04.1993, TFC Phyc 9121), El Guincho (14.04.1991, TFC Phyc 9116), El Médano (29.10.1991, TFC Phyc 7602), Güímar (11.03.1993, TFC Phyc 9120). FUERTEVENTURA: Cotillo (10.05.1993, TFC Phyc 9431), Corralejo (09.05.1993, TFC Phyc 9430).

Hábitat y fenología: *Polysiphonia opaca* ha sido recolectada creciendo sobre las rocas generalmente en oquedades y lugares poco iluminados del eulitoral inferior, tanto en situaciones expuestas como relativamente protegidas frente a las olas. Forma densos grupos sobre las rocas, siendo fácilmente reconocibles por los grandes tricoblastos que le dan un aspecto blanquecino. Se ha recolectado creciendo junto a *Lophosiphonia reptabunda* (Surh) Kylin, *Centroceras clavulatum* (C. Agardh) Montagne, *Herposiphonia secunda* (C. Agardh) Falkenberg, *Platysiphonia delicata* (Clemente) Cremades, *Cladophora* spp. y *Ceramium ciliatum* (Ellis) Ducluzeau. También esta especie se ha encontrado como un epífito de *Valonia utricularis* (Roth) C. Agardh, *Chondrophycus perforatus* (Bory) Nam y sobre *Patella* sp. La especie aparentemente está presente de forma inconspicua a lo largo de todo

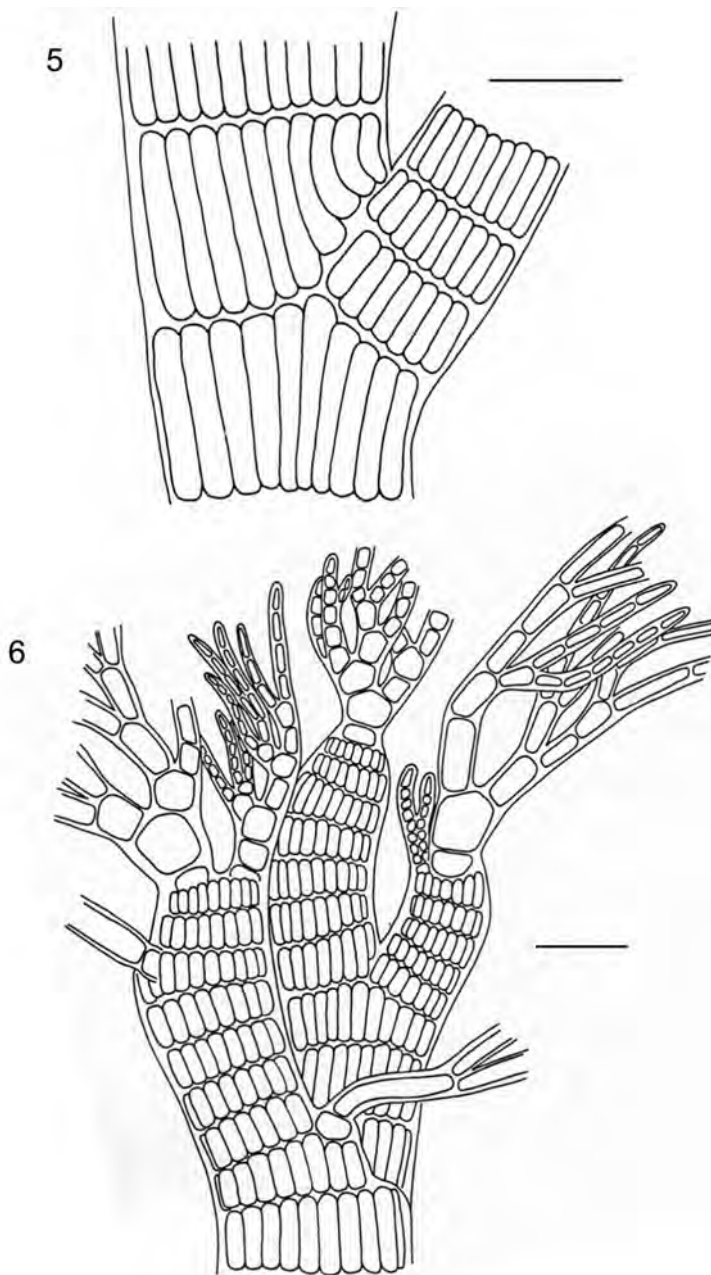


FIGS 1-4. *Polysiphonia opaca* (C. Agardh) Moris *et* De Notaris (TFC Phyc 9118). Fig. 1. Aspecto parcial del hábito (Escala = 500 $\frac{1}{4}$ m). Fig. 2. Detalle del ápice de un eje mostrando la disposición de los tricoblastos (Escala = 100 $\frac{1}{4}$ m). Fig. 3. Detalle de un eje postrado con un rizoid unicelular, septado y digitado originado desde una célula pericentral (Escala = 50 $\frac{1}{4}$ m). Fig. 4. Sección transversal de un eje en el que se observa la célula axial rodeada por veinticuatro células pericentrales (Escala = 50 $\frac{1}{4}$ m).

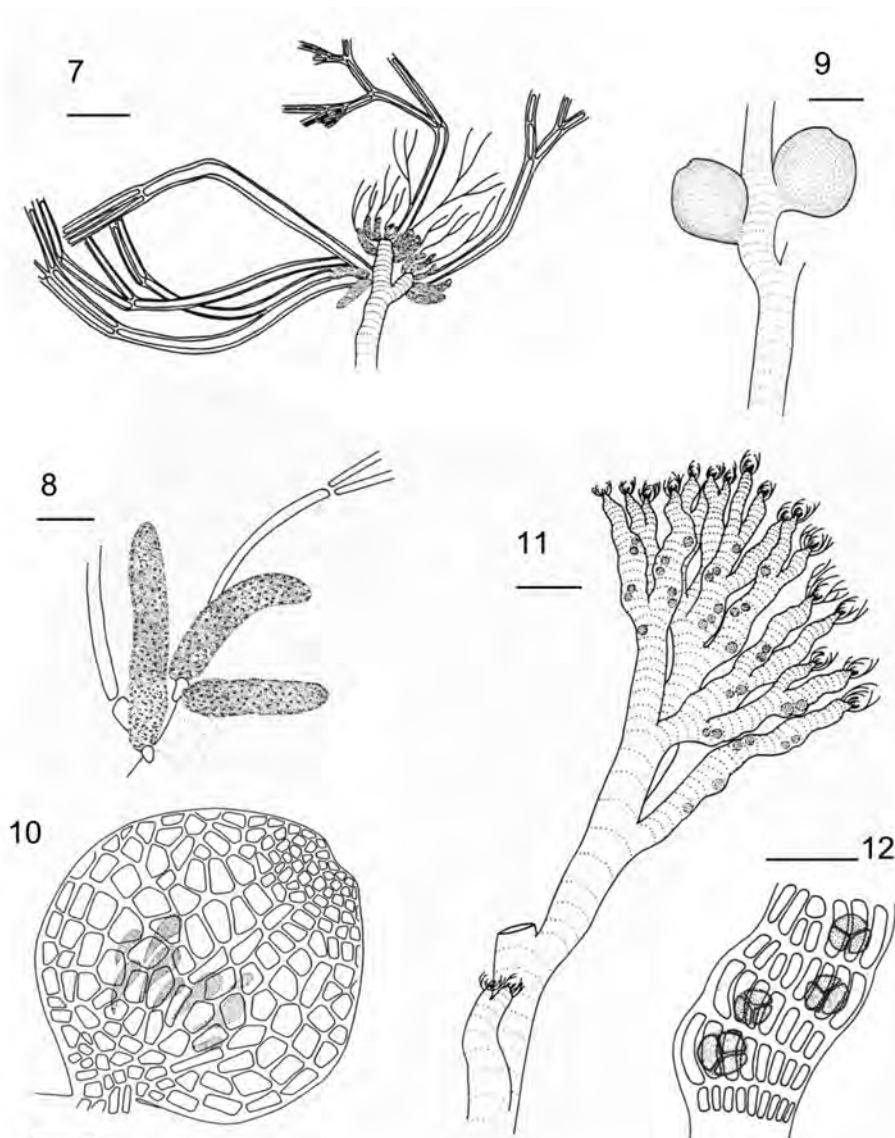
el año. Aunque los individuos desprovistos de estructuras reproductoras fueron dominantes en las recolecciones, tetrasporófitos fértiles fueron observados en abril, y gametófitos fértiles en marzo y abril.

Hábito: Plantas color marrón oscuro casi negro que forman grupos de contorno redondeado de hasta 6 mm de alto, constituidos por numerosos ejes postrados, fijos al sustrato por rizoides, a partir de los cuales surgen varios ejes erectos de hasta 0,3 mm de diámetro, ramificados de forma irregular en pocos órdenes (Fig. 1).

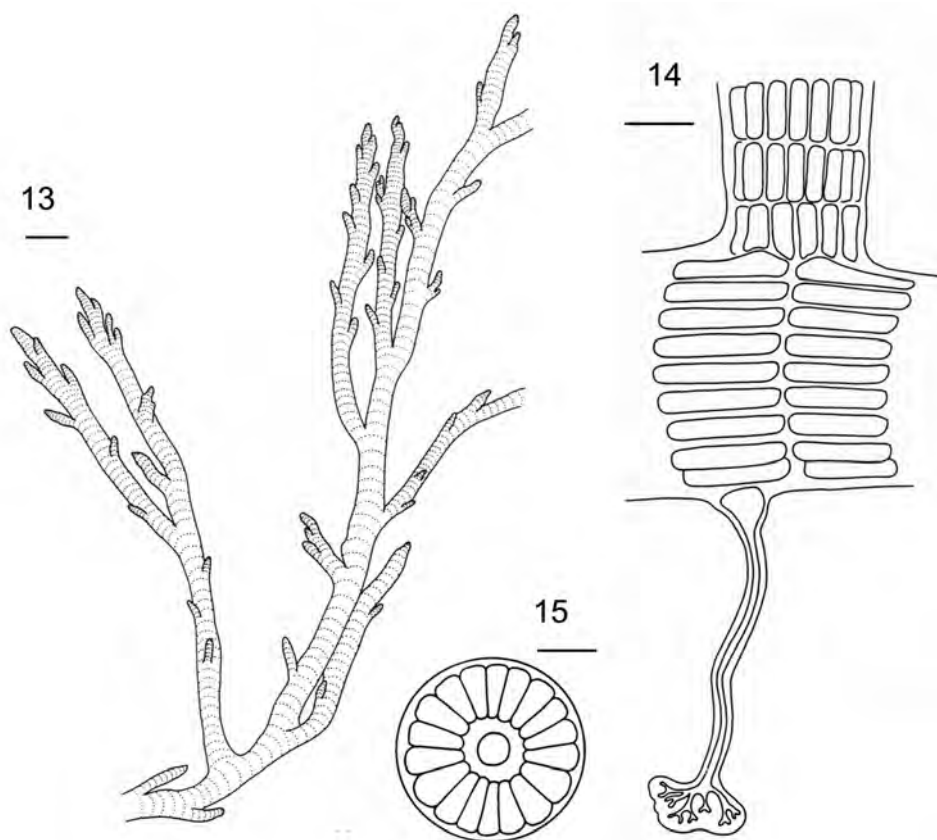
Estructura vegetativa: Los ejes están totalmente desprovistos de corticación, crecen a partir de una célula apical de *c.* 45 μ m de diámetro, e incrementan su grosor hasta 375 μ m en las zonas próximas a la base (Fig. 2). Los rizoides son septados, unicelulares y digitados, y se originan a partir de las células pericentrales de los ejes postrados (Fig. 3). Los ejes tienen 22-24 células pericentrales dispuestas alrededor de una célula axial de igual o mayor diámetro (Fig. 4). Los segmentos de las partes medias de la planta (Fig. 5) son generalmente más largos que anchos (relación largo / ancho = 1-1,5). Los tricoblastos son abundantes, dispuestos en espiral uno por segmento,



FIGS 5, 6. *Polysiphonia opaca* (C. Agardh) Moris *et* De Notaris (TFC Phyc 9118). Fig. 5. Detalle de un eje erecto mostrando la morfología de las células pericentrales y la base de una rama lateral (Escala = 100 $\frac{1}{4}$ m). Fig. 6. Detalle de porción terminal con las nuevas ramas ocupando la posición de los tricoblastos (Escala = 100 $\frac{1}{4}$ m).



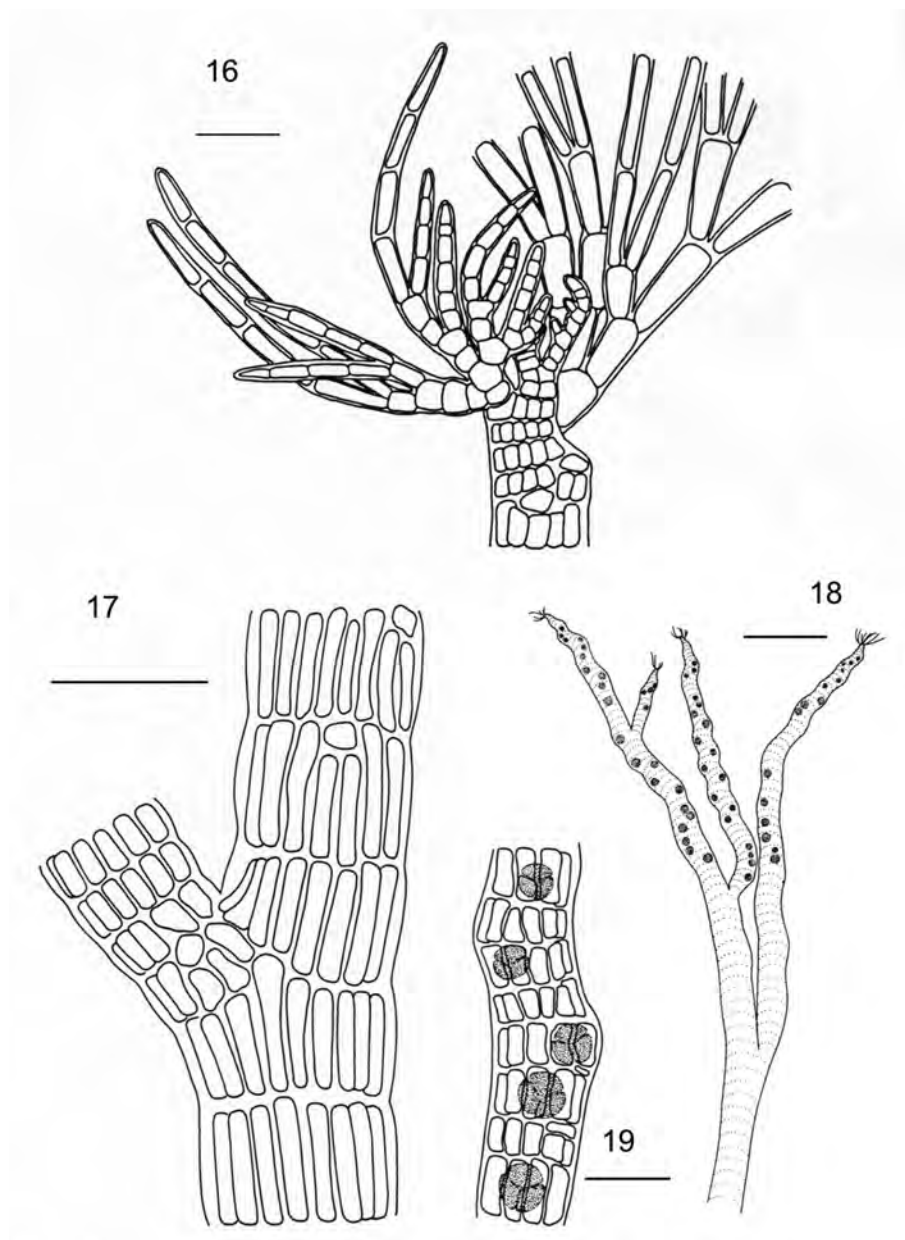
FIGS 7-12. *Polysiphonia opaca* (C. Agardh) Moris *et* De Notaris (TFC Phyc 9118, excepto los indicados). Fig. 7. Aspecto de la porción terminal de una planta masculina mostrando la disposición de los ejes espermatangiales (Escala = 300 $\frac{1}{4}$ m). Fig. 8. Detalle de los ejes espermatangiales (Escala = 100 $\frac{1}{4}$ m). Fig. 9. Porción terminal de una rama mostrando la disposición de los cistocarpos (Escala = 300 $\frac{1}{4}$ m). Fig. 10. Detalle de un cistocarpio (Escala = 100 $\frac{1}{4}$ m). Fig. 11. Aspecto de los ejes terminales de un tetrasporófito con tetrasporangios dispuestos en series espiraladas (Escala = 300 $\frac{1}{4}$ m) (TFC Phyc 9121). Fig. 12. Detalle de un eje fértil con un tetrasporangio por segmento (Escala = 100 $\frac{1}{4}$ m) (TFC Phyc 9121).



FIGS 13-15. *Polysiphonia tripinnata* J. Agardh (TFC Phyc 9437). Fig. 13. Aspecto parcial del hábito (Escala = $500 \frac{1}{4}m$). Fig. 14. Detalle de un eje postrado con un rizoide unicelular, septado y digitado originado desde una célula pericentral (Escala = $50 \frac{1}{4}m$). Fig. 15. Sección transversal de un eje en la que se observa la célula axial rodeada por dieciocho células pericentrales (Escala = $50 \frac{1}{4}m$).

hasta 2 mm de longitud, ramificados hasta 4 veces, y progresivamente atenuados desde $30 \mu m$ hasta $5 \mu m$ (Fig. 6). Son caducos y dejan al caer una célula cicatriz. Las ramas laterales reemplazan a los tricoblastos a intervalos de 3 a 7 segmentos, mientras que son comunes ramas adventicias rudimentarias constituidas por pocos segmentos.

Reproducción: Plantas dioicas. Las ramas espermatangiales se forman aisladas o en pares, agrupadas en los ápices de las ramas (Fig. 7). Los ejes espermatangiales reemplazan a una o las dos ramas del tricoblasto en la primera dicotomía; son subcilíndricos, alargados, de $225-325 \mu m$ de largo y $50-55 \mu m$ de diámetro, con ápices redondeados y sin células apicales estériles (Fig. 8). Los espermatangios son de subsféricos a esféricos, *c.* $2,5 \mu m$ de diámetro. Los cistocarpos son sésiles, subsféricos, de $375-450 \mu m$ de diámetro, con un estrecho ostiolo de hasta $90 \mu m$ de diámetro (Fig. 9). El pericarpo está formado por células poligonales, dispuestas



FIGS 16-19. *Polysiphonia tripinnata* J. Agardh (TFC Phyc 9437). Fig. 16. Detalle del ápice de una rama mostrando la disposición en espiral de los tricoblastos (Escala = $50 \frac{1}{4}m$). Fig. 17. Detalle de un eje erecto en la base de una rama lateral mostrando la morfología de las células pericentrales (Escala = $100 \frac{1}{4}m$). Fig. 18. Aspecto de la porción terminal de un tetrasporófito fértil con los tetrasporangios dispuestos en series espiraladas (Escala = $500 \frac{1}{4}m$). Fig. 19. Detalle de una rama fértil con un tetrasporangio en cada segmento (Escala = $100 \frac{1}{4}m$).

irregularmente, de 20-75 μm de alto por 12-63 μm de diámetro, más pequeñas alrededor del ostiolo, donde miden sólo 13 μm de alto por 10 μm de diámetro (Fig. 10). Los carposporangios son piriformes de 75-100 μm de alto y 25-35 μm de diámetro. Los tetrasporangios son esféricos, de 42-50 μm de diámetro, dispuestos en series espiraladas distorsionando levemente las ramas (Figs 11, 12).

***Polysiphonia tripinnata* J. Agardh**

J. Agardh (1842), p. 142; (1863), p. 1027; Kützing (1849), p. 811; (1863), p. 16, lám. 48; Lauret (1970), p. 136, lám. 11, figs 1-4, lám. 12, figs 5-10; Verlaque *et al.* (1977), p. 449, figs 27 y 28; Feldmann (1981), p. 76; Viera-Rodríguez *et al.* (1987), p. 234, figs 7 y 8.

Localidad tipo: Trieste (Italia).

Distribución: Mediterráneo y archipiélagos atlánticos próximos: Madeira, Salvajes y Canarias.

Material examinado: TENERIFE: El Bollullo (04.08.1993, TFC Phyc 9437). GRAN CANARIA: Las Canteras (05.06.1985, TFC Phyc 5434). LANZAROTE: La Graciosa (28.03.1983, TFC Phyc 3341), Montaña Clara (31.03.1983, TFC Phyc 5600).

Hábitat y fenología: *Polysiphonia tripinnata* fue recolectada en una sola ocasión durante la realización de este estudio. Crecía epilítica en una localidad muy expuesta al oleaje, formando céspedes junto con otras rodomeleáceas: *Ctenosiphonia hypnoides* (J. Agardh) Falkenberg, *Lophosiphonia reptabunda* (Suhr) Kylin y *Polysiphonia scopulorum* Harvey. De acuerdo con los especímenes depositados en TFC esta especie ha sido recolectada en Canarias entre marzo y agosto, con tetrasporófitos y gametófitos fértiles en marzo y abril.

Hábito: Plantas de color marrón oscuro que constituyen pequeños grupos cespitosos de hasta 15 mm de alto, constituidos por ejes postrados enmarañados fijados al sustrato por numerosos rizoides, a partir de los cuales surgen los ejes erectos rígidos, poco ramificados de forma irregular, de hasta 0,2 mm de diámetro (Fig. 13).

Estructura vegetativa: Los ejes no están corticados y crecen a partir de una célula apical de c. 10 μm de diámetro (Fig. 16), alcanzando hasta 200 μm de diámetro en las zonas basales, aunque los ejes erectos presentan una ligera constricción basal. Los rizoides son septados, unicelulares y digitados, originados a partir de células pericentrales de los ejes postrados (Fig. 14). Los ejes tienen 16-19 células pericentrales dispuestas alrededor de una célula axial de menor diámetro (Fig. 15). Los segmentos en las partes medias de los ejes son más anchos que largos (relación largo / ancho = 0,4) (Figs 14, 17), los tricoblastos son escasos, dispuestos espiralmente uno por segmento en los ápices de las ramas (Fig. 16), de hasta 165 μm de longitud, ramificados hasta 4 veces, progresivamente atenuados desde 13 μm hasta 4 μm , caducos, dejando al caer una célula cicatriz. Las ramas laterales son cortas, alternas, y reemplazan a los tricoblastos a intervalos irregulares.

Reproducción: Los gametófitos no fueron observados en los especímenes frescos examinados. Los esporófitos forman tetrasporangios esféricos o subsféricos, de 57-68 μm de diámetro, dispuestos en series espiraladas que distorsionan levemente las ramas (Figs 18, 19).

COMENTARIOS

Polysiphonia opaca y *P. tripinnata* son dos especies que pueden ser fácilmente caracterizadas por su elevado número de células pericentrales, el cual no está presente en ninguna otra de las especies del género presentes en Canarias. Las dos especies comparten caracteres morfológicos que son importantes para distinguir las especies de *Polysiphonia* (presencia de ejes postrados, ausencia de corticación, ramas jóvenes originadas en la axila de los tricoblastos y rizoides septados). Sin embargo, pueden ser identificadas con fiabilidad por el número de células pericentrales: 22-24 en *P. opaca*, frente a las 16-19 de *P. tripinnata*. Aunque nuestras observaciones indican que el número de células pericentrales de estas especies se mantiene entre valores relativamente constantes sin que exista superposición, observaciones realizadas en otras regiones o por otros autores muestran cierta variación en el número de células pericentrales reportado para *P. opaca*. Børgesen (1930) encontró habitualmente 19 (en ocasiones 20) células pericentrales en sus especímenes de Canarias, Lauret (1970) 20-22 en los del Mediterráneo Occidental, y Maggs & Hommersand (1993) c. 24 en los de las Islas Británicas. La variación entre 12-24 células pericentrales observada por Taylor (1960) en los especímenes del Caribe necesita revisión puesto que podría estar implicada más de una especie.

Las plantas de *Polysiphonia opaca* recolectadas en las islas Canarias están en general de acuerdo con las descripciones previas de la especie, a pesar de que los especímenes examinados tienen dimensiones bastante reducidas, no superando los 6 mm de alto. De acuerdo con Lauret (1970) en el Mediterráneo Occidental el tamaño medio de los individuos está comprendido entre 20 y 40 mm, pero ocasionalmente pueden alcanzar hasta 80 mm de alto, y en el Caribe, según Taylor (1960) pueden alcanzar hasta 100 mm de alto. Las plantas que hemos examinado, parecen excepcionalmente pequeñas puesto que Børgesen (1930) recolectó plantas de unos 30 mm de alto en la Bahía del Confital (Gran Canaria).

Aunque sólo hemos examinado tetrasporófitos, las plantas de *Polysiphonia tripinnata* concuerdan con la descripción realizada por Lauret (1970) para el Mediterráneo Occidental, pero exhiben también dimensiones más reducidas alcanzando solamente 15 mm de alto, mientras que las plantas mediterráneas pueden alcanzar hasta 85 mm.

Las dos especies aquí examinadas pueden ser consideradas como dos elementos relativamente raros de la mesoflora bentónica marina de las islas Canarias. A pesar de todo, *Polysiphonia opaca* ha sido identificada en todas las islas del Archipiélago Canario excepto en La Gomera, y *P. tripinnata* no se ha encontrado ni en La Gomera ni en El Hierro. Probablemente, ambas especies tienen una distribución más amplia en las costas canarias, y el escaso número de citas de estos taxones podría estar relacionado con las reducidas dimensiones de sus hábitos. Desde el punto de vista biogeográfico las distribuciones de estas especies son dispares. *Polysiphonia tripinnata* es un endemismo de la región templado cálida del Atlántico Oriental (Hoek, 1984) cuya distribución abarca el Mediterráneo y los archipiélagos macaronésicos de Madeira, Salvajes y Canarias (Lauret, 1970; Audiffred & Weisscher, 1984; Audiffred & Prud'homme van Reine, 1985; Viera-Rodríguez *et al.*, 1987; Afonso-Carrillo & Sansón, 1999; Haroun *et al.*, 2002; John *et al.*, 2004). Sin embargo, *P. opaca* presenta una más amplia distribución. En el Atlántico Oriental, además del Mediterráneo y los archipiélagos macaronésicos templados se extiende desde Suecia a Marruecos, y presenta también poblaciones en la costa atlántica americana y en Australia (Cribb, 1956; Lauret, 1970; Wynne, 2005; John *et al.*, 2004).

AGRADECIMIENTOS

A Marta Sansón y Candelaria Gil-Rodríguez por la revisión crítica del manuscrito, sus comentarios y sugerencias.

BIBLIOGRAFÍA

- AFONSO-CARRILLO, J. & M. SANSÓN (1999). *Algas, hongos y fanerógamas marinas de las Islas Canarias. Clave analítica*. Materiales Didácticos Universitarios. Serie Biología 2. SPULL. Tenerife. 254 pp.
- AGARDH, C.A. (1824). *Sistema algarum*. Lund, Berlin. 312 pp.
- AGARDH, J.G. (1842). *Algae maris mediterranei et adriatici, observationes in diagnosis specierum et dispositionem generum*. Fortin, Masson et Cie., Paris. pp. x + 164.
- AGARDH, J.G. (1863). *Species, genera et ordines algarum*. Part 3, fasc. 2. C.W.K. Gleerup, Lundae [Lund]. pp. 787-1139 + 1158-1291.
- ATHANASIADIS, A. (1987). *A survey of the seaweeds of the Aegean Sea with taxonomic studies on species of the tribe Antithamnieae (Rhodophyta)*. Department of Marine Botany, University of Gothenburg. vii + 174 pp.
- AUDIFFRED, P.A.J. & W.F. PRUD'HOMME VAN REINE (1985). Marine algae of Ilha do Porto Santo and Deserta Grande (Madeira Archipelago). *Boletim do Museum Municipal do Funchal* 37: 20-51.
- AUDIFFRED, P.A.J. & F.L.M. WEISSCHER (1984). Marine Algae of Salvagem Grande (Salvage Islands, Macaronesia). *Boletim do Museum Municipal do Funchal* 36: 5-37.
- BETANCORT, M.J. & N. GONZÁLEZ (1992). Aportaciones a la flora ficológica de la isla de Fuerteventura (Islas Canarias). *Botánica Macaronésica* 19/20: 105-116.
- CHOI, H.G., M.S. KIM, M.D. GUIRY & G.W. SAUNDERS (2001). Phylogenetic relationships of *Polysiphonia* (Rhodomelaceae, Rhodophyta) and its relatives based on anatomical and nuclear small-subunit rDNA sequence data. *Canadian Journal of Botany* 79: 1465-1476.
- BØRGÉSEN, F. (1930). Marine algae from the Canary Islands especially from Teneriffe and Gran Canaria. III. Rhodophyceae, Part III, Ceramiales. *Kongelige Danske Videnskabernes Selskab Biologiske Meddelelser* 9(1): 1-159.
- CRIBB, A.B. (1956). Records of marine algae from southeastern Queensland. II. *Polysiphonia* and *Lophosiphonia*. *University of Queensland Papers, Department of Botany* 3: 131-147.
- FALKENBERG, P. (1901). *Die Rhodomelaceen des Golfes von Neapel und der angrenzenden Meeresabschnitte*. Berlin. 754 pp.
- FELDMANN, J. (1981). Clé des *Polysiphonia* des côtes françaises. *Cryptogamie, Algologie* 2: 71-77.
- GONZÁLEZ, N. (1979). Contribución al estudio algológico de la zona de Arinaga (Gran Canaria). *Botánica Macaronésica* 5: 47-60.
- GONZÁLEZ-RUIZ, S., J. REYES, M. SANSÓN & J. AFONSO-CARRILLO (1995). Flora marina de Cotillo, noroeste de Fuerteventura (Islas Canarias). *Vieraea* 24: 13-38.

- GREVILLE, R.K. (1823). *Scottish cryptogamic flora*. Vol. 2 (fasc. 7-12), Plates 31-60. MacLachlan & Stewart. Baldwin, Craddock & Joy. Edinburgh & London.
- HAROUN, R.J., M.C. GIL-RODRÍGUEZ, J. DÍAZ DE CASTRO & W.F. PRUD'HOMME VAN REINE (2002). A checklist of the marine plants from the Canary Islands (central eastern Atlantic Ocean). *Botanica Marina* 45: 139-169.
- HOEK, C. VAN DEN (1984). World-wide latitudinal and longitudinal seaweed distribution patterns and their possible causes, as illustrated by the distribution of Rhodophyten genera. *Helgoländer Meeresuntersuchungen* 38: 227-257.
- HOLLENBERG, G.J. (1942). An account of the species of *Polysiphonia* on the Pacific coast of North America. I. *Oligosiphonia*. *American Journal of Botany* 29: 772-785.
- HOLMGREN, P.K., N.H. HOLMGREN & L.C. BARNETT (1990). *Index Herbariorum, Pt 1: The Herbaria of the World*, 8th ed. New York, Bronx, New York Botanical Garden, x + 693 p. [*Regnum Vegetabile*, vol. 20].
- JOHN, D.M., W.F. PRUD'HOMME VAN REINE, G.W. LAWSON, T.B. KOSTERMANS & J.H. PRICE (2004). A taxonomic and geographical catalogue of the seaweeds of the western coast of Africa and adjacent islands. *Nova Hedwigia Beiheft* 127: 1-339.
- KAPRAUN, D.F. & J. RUENESS (1983). The genus *Polysiphonia* (Ceramiales, Rhodomelaceae) in Scandinavia. *Giornale Botanico Italiano* 117: 1-30.
- KIM, M.S. & I.K. LEE (1999). *Neosiphonia flavimarina* gen. et sp. nov. with a taxonomic reassessment of the genus *Polysiphonia* (Rhodomelaceae, Rhodophyta). *Phycological Research* 47: 271-281.
- KIM, M.S., C.A. MAGGS, L. McIVOR & M.D. GUIRY (2000). Reappraisal of the type species of *Polysiphonia* (Rhodomelaceae, Rhodophyta). *European Journal of Phycology* 35: 83-92.
- KÜTZING, F.T. (1849). *Species Algarum*. Brockhaus, Leipzig. 922 pp.
- KÜTZING, F.T. (1863). *Tabulae Phycologicae*, vol. 13. iii + 31 pp., 100 plates. Nordhausen.
- KYLIN, H. (1956). *Die Gattungen der Rhodophyceen*. C.W.K. Gleerups, Lund. 669 pp.
- LAURET, M. (1967). Morphologie, phénologie, repartition des *Polysiphonia* marins du littoral languedocien. I. Section *Oligosiphonia*. *Naturalia monspeliensa*, Bot. 18: 347-373 + 14 pls.
- LAURET, M. (1970). Morphologie, phénologie, repartition des *Polysiphonia* marins du littoral languedocien. II. Section *Polysiphonia*. *Naturalia monspeliensa*, Bot. 21: 121-163 + 14 pls.
- MAGGS, C.A. & M.H. HOMMERSAND (1993). *Seaweeds of the British Isles. Volume 1. Rhodophyta. Part 3A. Ceramiales*. HMSO, London. xv + 444 pp.
- MORALES-AYALA, S. & M.A. VIERA-RODRÍGUEZ (1989). Distribución de los epífitos en *Cystoseira tamariscifolia* (Hudson) Papenfuss (Fucales, Phaeophyta) en Punta de Gáldar (Gran Canaria, Islas Canarias). *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 46: 107-113.
- MORIS, G. & G. DE NOTARIS (1839). Florula caprariae sive enumeratio plantarum in insula Capraria vel sponte nascentium vel ad utilitatem latius excultarum. *Memorie della Reale Accademia delle Scienze di Torino* Ser. 2, 2 (Cl. Sc. Fis. e Mat.): 59-300, plates I-VI.
- NEWTON, L. (1931). *A handbook of the British seaweeds*. London. xiii + 478 pp.

- PICCONE, A. (1884). *Alge raccolte nella crociera del 'Corsario' alle Isole Madeira e Canarie del Capitano Enrico d'Albertis*. R. Istituto Sordo-Muti, Genova. 60 pp.
- REYES, J., M. SANSÓN & J. AFONSO-CARRILLO (1994). Algas marinas bentónicas de El Médano, S Tenerife (Islas Canarias). *Vieraea* 23: 15-42.
- ROJAS-GONZÁLEZ, B. (1997). *Estudio de las especies de la Familia Rhodomelaceae (Rhodophyta), con exclusión de las Tribus Chondrieae y Laurenciaeae, en las Islas Canarias*. Tesis Doctoral [no publicada]. Universidad de La Laguna. La Laguna, Islas Canarias. 647 pp.
- ROJAS-GONZÁLEZ, B. & J. AFONSO-CARRILLO (2000). Notas corológicas sobre algas rojas Rhodomelaceae de las islas Canarias. *Vieraea* 28: 119-125.
- ROJAS-GONZÁLEZ, B. & J. AFONSO-CARRILLO (2004). Morfología y distribución de *Dipterosiphonia dendritica*, *D. rigens* y *D. reversa* en las islas Canarias (Rhodophyta, Rhodomelaceae). *Vieraea* 32: 135-150.
- SANGIL, C., M. SANSÓN & J. AFONSO-CARRILLO (2003). Algas marinas de La Palma (islas Canarias): novedades florísticas y catálogo insular. *Vieraea* 31: 83-119.
- SANTOS, A., A. ACUÑA & W. WILDPRET (1970). Contribución al estudio de la flora marina de la isla de La Palma. *Cuadernos de Botánica Canaria* 9: 20-29.
- TAYLOR, W.R. (1960). *Marine Algae of the Eastern Tropical and Subtropical coasts of the Americas*. The University of Michigan Press, Ann Arbor. 870 pp.
- VERLAQUE, M., C.F. BOUDOURESQUE, A. MEINESZ, G. GIRAUD & J. MARCOT-COQUEUGNIOT (1977). Végétation marine de la Corse (Méditerranée). II. Documents pour la flore des algues. *Vie Milieu* 27: 437-456.
- VIERA-RODRÍGUEZ, M.A., P.A.J. AUDIFFRED, M.C. GIL-RODRÍGUEZ, W.F. PRUD'HOMME VAN REINE & J. AFONSO-CARRILLO (1987). Adiciones al catálogo de algas marinas bentónicas para el Archipiélago Canario. III. *Vieraea* 17: 227-235.
- WOMERSLEY, H.B.S. (1979). Southern Australian species of *Polysiphonia* Greville (Rhodophyta). *Australian Journal of Botany* 27: 459-528.
- WOMERSLEY, H.B.S. (2003). *The marine benthic flora of Southern Australia. Part IIID*. Australian Biological Resources Study & the State Herbarium of South Australia, Canberra. 533 pp.
- WYNNE, M.J. (2005). A checklist of benthic marine algae of the tropical and subtropical western Atlantic: second revision. *Nova Hedwigia Beiheft* 129: 1-152.

VIERAEA	Vol. 35	135-146	Santa Cruz de Tenerife, octubre 2007	ISSN 0210-945X
---------	---------	---------	--------------------------------------	----------------

Morfología y distribución de las especies de *Polysiphonia* de las islas Canarias. 2. *Polysiphonia subulifera* (Rhodophyta, Rhodomelaceae)

BERTA ROJAS-GONZÁLEZ & JULIO AFONSO-CARRILLO

*Departamento de Biología Vegetal (Botánica).
Universidad de La Laguna. E-38071 La Laguna. Islas Canarias.*

ROJAS-GONZÁLEZ, B. & J. AFONSO-CARRILLO (2007). Morphology and distribution of the species of *Polysiphonia* from the Canary Islands. 2. *Polysiphonia subulifera* (Rhodophyta, Rhodomelaceae). *VIERAEA* 35: 135-146.

ABSTRACT: The vegetative and reproductive morphology and the distribution of *Polysiphonia subulifera* from the Canary Islands are examined. The Canarian plants are vegetatively characterized by a regular ramification each 4-5 segments, unbranched or branched spine-like branchlets, ecorticate 13-15 helically arranged pericentral cells, and each segment with a scar cell. Fertile plants occur along the year. Spermatangial axes are conical ending in 1-2 sterile terminal cells, and they replacing a branch of a trichoblast at the level of the first dichotomy. Cystocarps are globular and sessile, with polygonal and irregularly arranged outer pericarp cells, decreasing in size towards ostiole. Tetrasporangia formed in spiral series in terminal branches. Mixed-phases, with cystocarps and tetrasporangia occurring simultaneously on a same plant were observed. Except in La Gomera, *P. subulifera* has been identified in all the islands of the Canarian Archipelago.

Key words: Canary Islands, marine algae, phenology, morphology, *Polysiphonia subulifera*, Rhodomelaceae, Rhodophyta.

RESUMEN: Se describe la morfología vegetativa y reproductora y la distribución de *Polysiphonia subulifera* en las islas Canarias. Las plantas canarias se caracterizan vegetativamente por presentar ramificación cada 4-5 segmentos, rámulas cortas espiniformes simples o ramificadas, 13-15 células pericentrales dispuestas de forma helicoidal, ausencia de corticación y presentar en cada segmento una célula cicatriz. Plantas fértiles están presentes durante todo el año. Los ejes espermatangiales cónicos y con 1-2 células terminales estériles reemplazan a una rama del tricoblasto en la primera dicotomía. Los cistocarpos globosos y sésiles, con pericarpo de células poligonales grandes irregularmente dispuestas, y más pequeñas alrededor del ostiolo. Los tetrasporangios se forman en series espirales en ramas terminales. Fueron observadas fases mixtas

en las que cistocarpos y tetrasporangios ocurren simultáneamente en una misma planta. *P. subulifera* ha sido identificada en todas las islas del archipiélago canario, excepto en La Gomera.

Palabras clave: algas marinas, Canarias, fenología, morfología, *Polysiphonia subulifera*, Rhodomelaceae, Rhodophyta.

INTRODUCCIÓN

En un trabajo previo, Rojas-González & Afonso-Carrillo (2007) iniciamos la revisión de las especies del género *Polysiphonia* Greville (1823) que crecen en las islas Canarias. Se trata de un género de algas rojas que está representado en el archipiélago canario por unas veinticinco especies (Afonso-Carrillo & Sansón, 1999; Haroun *et al.*, 2002), pero que ha sido objeto de escasos estudios. La presente contribución está dedicada monográficamente a *Polysiphonia subulifera* una especie endémica de la región templado cálida del Atlántico oriental (Hoek, 1984; Maggs & Hommersand, 1993), que aparentemente tiene en Canarias las condiciones óptimas para la reproducción.

La primera cita de *Polysiphonia subulifera* para Canarias se debe a Sauvageau (1912) que la identificó en Tenerife. Posteriormente, fue citada por primera vez para Lanzarote por Johnston (1969), para Gran Canaria por Jorge *et al.* (1986), para Fuerteventura por González-Ruiz *et al.* (1995) y para El Hierro y La Palma por Rojas-González & Afonso-Carrillo (2000a). Las poblaciones canarias son las únicas en las que se ha confirmado la reproducción sexual de esta especie (Rojas-González & Afonso-Carrillo, 2000b), pero sin embargo, hasta el presente no se ha elaborado una detallada descripción de las plantas de las islas Canarias. Aquí presentamos una minuciosa descripción de la especie, tanto desde el punto de vista vegetativo como reproductor. Además, durante nuestros estudios tuvimos la oportunidad de recolectar plantas que portaban simultáneamente tetrasporangios y cistocarpos. Estas fases mixtas han sido descritas en algunas especies de *Polysiphonia* (ver Aguilar-Rosas *et al.*, 2006) y aquí se describen por primera vez en *P. subulifera*.

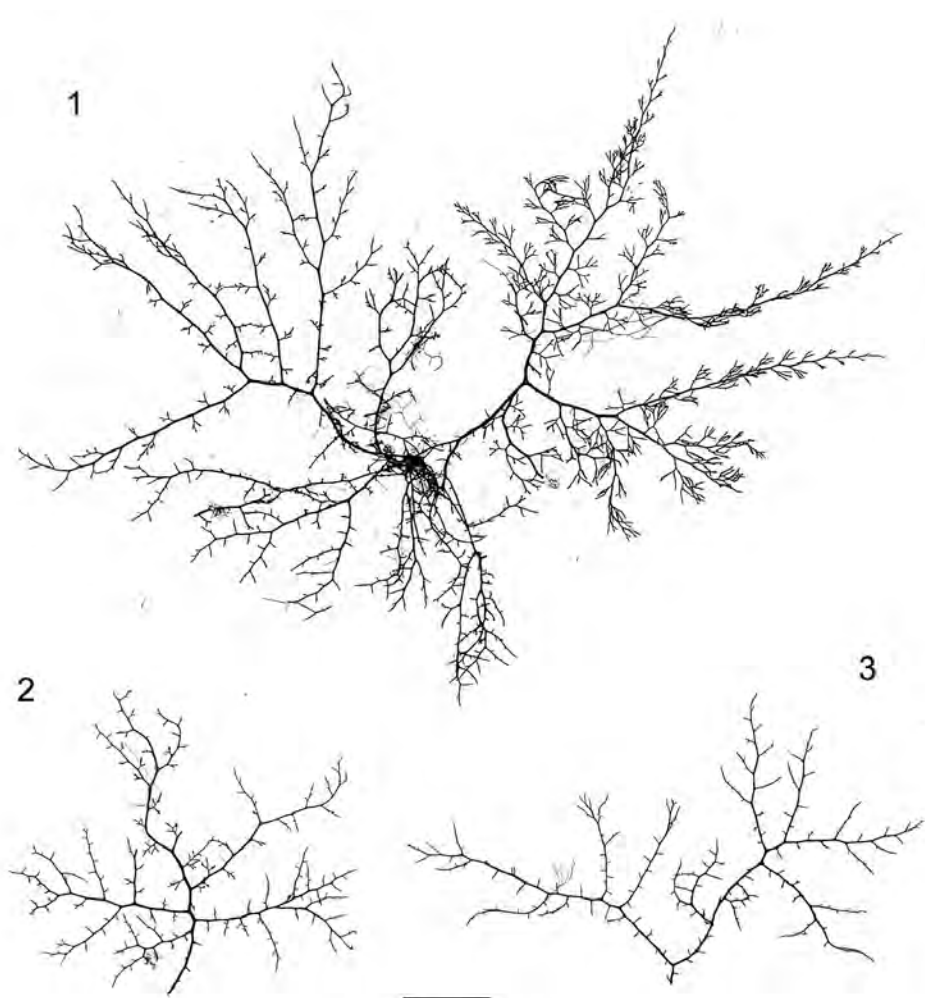
MATERIAL Y MÉTODOS

Las observaciones están basadas en (1) especímenes frescos recolectados entre 1991 y 1993 en diversas localidades de las islas Canarias, conservados en formalina al 4 % en agua de mar y depositados en TFC; y (2) especímenes secos de herbario depositados en TFC. Para las observaciones microscópicas se seleccionaron fragmentos vegetativos o ramas fértiles del material conservado en medio líquido que fueron teñidos, cuando fue necesario, durante 10 minutos con anilina azul al 1 % en agua, lavados con agua y montados en una solución acuosa de Karo al 50 %. Los especímenes secos de herbario fueron rehidratados previamente en una solución de formalina al 4 % en agua de mar. Los dibujos en cámara clara fueron obtenidos usando un microscopio Zeiss. Las abreviaturas de los herbarios siguen a Holmgren *et al.* (1990).

OBSERVACIONES

***Polysiphonia subulifera* (C. Agardh) Harvey**

J. Agardh (1863), p. 1052; Kützing (1864), tab. 27; Børgesen (1930), p. 103; Newton (1931), p. 348; Haritonidis & Tsekos (1975), p. 218, figs 21-23; Feldmann (1981), p. 76; Coppejans (1983), lám. 271; Athanasiadis (1978), p. 102; Maggs & Hommersand (1993), p. 358, fig. 112; Rojas-González & Afonso-Carrillo (2000b), p. 149, figs 6-9.



FIGS 1-3. *Polysiphonia subulifera* (C. Agardh) Harvey (TFC Phyc 9067). Diferentes aspectos del hábito (Escala = 10 mm).

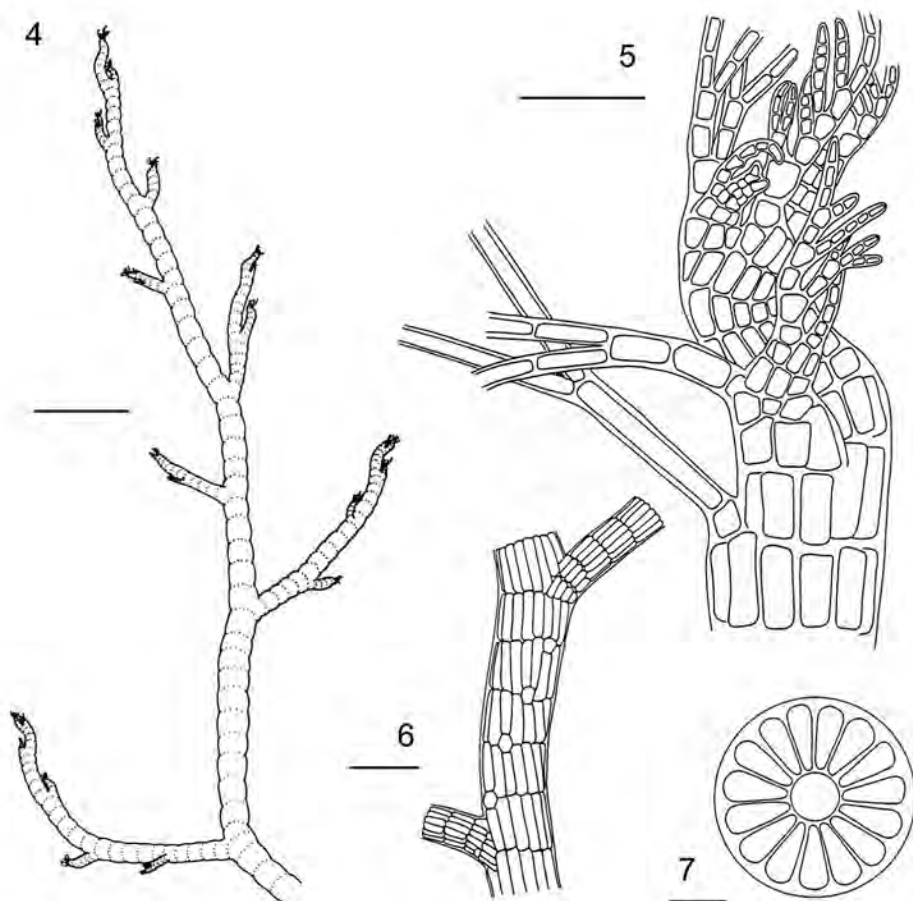
Basionimo: *Hutchinsia subulifera* C. Agardh (1827), p. 638.

Localidad tipo: Venecia (Italia).

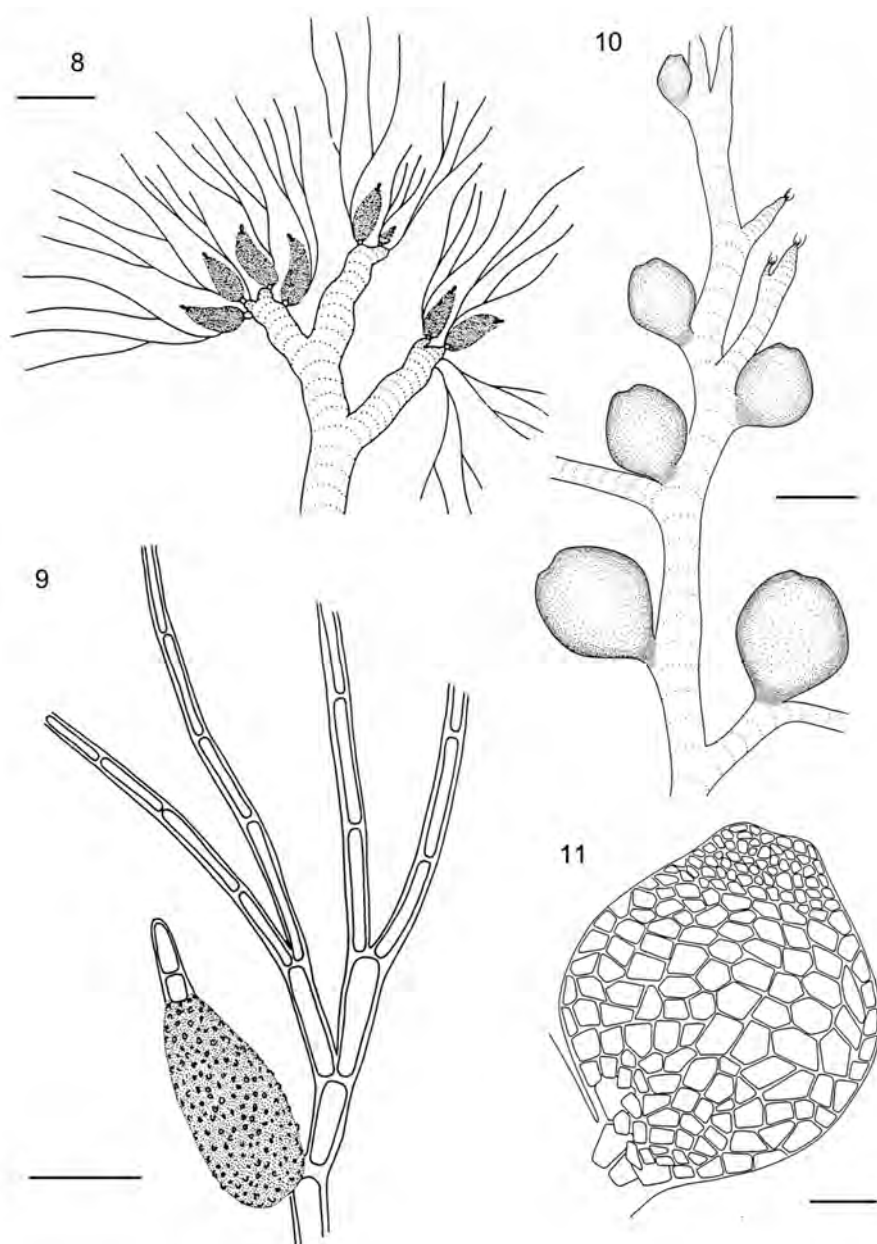
Sinónimos: *Polysiphonia armata* J. Agardh (1842) y *P. ramellosa* Kützing (1849).

Distribución: Mediterráneo; Islas Británicas, Francia e islas Canarias (Rojas-González & Afonso-Carrillo, 2000b).

Material examinado: EL HIERRO: La Restinga (20.04.1993, TFC Phyc 9442). LA PALMA: La Fajana (05.07.1993, TFC Phyc 9074). TENERIFE: Punta Hidalgo (06.11.1990, TFC Phyc 6911;



FIGS 4-7. *Polysiphonia subulifera* (C. Agardh) Harvey (TFC Phyc 9066). Fig. 4. Detalle de la porción terminal del hábito (Escala = 1 mm). Fig. 5. Detalle del ápice de un eje mostrando la disposición de los tricoblastos (Escala = 100 $\frac{1}{4}$ m). Fig. 6. Detalle de un eje mostrando la disposición helicoidal de las células pericentrales en los segmentos; en cada segmento hay una célula cicatriz, circular y más pequeña (Escala = 100 $\frac{1}{4}$ m). Fig. 7. Sección transversal de un eje en el que se observa la célula axial rodeada por quince células pericentrales (Escala = 50 $\frac{1}{4}$ m).



FIGS 8-11. *Polysiphonia subulifera* (C. Agardh) Harvey (TFC Phyc 9438). Fig. 8. Aspecto de la porción terminal de una planta masculina mostrando la disposición de los ejes espermatangiales (Escala = 300 $\frac{1}{4}$ m). Fig. 9. Detalle de los ejes espermatangiales cónicos con dos células terminales estériles (Escala = 100 $\frac{1}{4}$ m). Fig. 10. Porción terminal de una planta femenina mostrando la disposición de los cistocarpos a lo largo de una rama (Escala = 500 $\frac{1}{4}$ m). Fig. 11. Detalle de un cistocarpio (Escala = 100 $\frac{1}{4}$ m).

06.11.1990, TFC Phyc 6960; 27.03.1991, TFC Phyc 9065; 21.02.1992, TFC Phyc 9067; 04.06.1992, TFC Phyc 9070; 11.02.1993, TFC Phyc 9437; 04.04.1993, TFC Phyc 9439; 31.05.1993, TFC Phyc 9076), Mesa del Mar (15.04.1992, TFC Phyc 9068; 10.03.1993, TFC Phyc 9438; 05.05.1993, TFC Phyc 9069), El Pris (16.07.1992, TFC Phyc 9073; 07.04.1993, TFC Phyc 9440), Puerto de la Cruz (18.03.1991, TFC Phyc 5859; 22.04.1992, TFC Phyc 9066), El Guincho (14.04.1991, TFC Phyc 9075), Garachico (01.04.1992, TFC Phyc 9071; 01.04.1992, TFC Phyc 9072), El Médano (01.06.1972, TFC Phyc 1682), La Tejita (09.04.1993, TFC Phyc 9441). LANZAROTE: Punta Pechiguerras (10.03.1980, TFC Phyc 2285), La Graciosa (28.03.1983, TFC Phyc 4511; 29.03.1983, TFC Phyc 3418; 16.04.1984, TFC Phyc 4658; 17.04.1984, TFC Phyc 4715; 18.04.1984, TFC Phyc 4617), Timanfaya (27.08.1987, TFC Phyc 5185; 27.08.1987, TFC Phyc 5223). FUERTEVENTURA: Cotillo (21.11.1992, TFC Phyc 9436), Corralejo (09.05.1993, TFC Phyc 9443).

Hábitat y fenología: En las islas Canarias, *Polysiphonia subulifera* crece formando grupos en el intermareal de localidades semiexpuestas o expuestas al oleaje. Habitualmente prefiere los ambientes parcialmente protegidos de la luz de los charcos de marea, donde crece epilítica junto a otras rodomeleáceas o ceramiáceas. También ha sido identificada como epífita de diversas algas como *Cystoseira humilis* Schousboe, *Padina pavonica* (Linnaeus) Thivy, *Stypocaulon scoparium* (Linnaeus) Kützing, o diversas especies de *Sargassum*. Se trata de una especie que puede ser relativamente común en algunas localidades de las islas Canarias, en las cuales puede ser recolectada fértil durante todo el año.

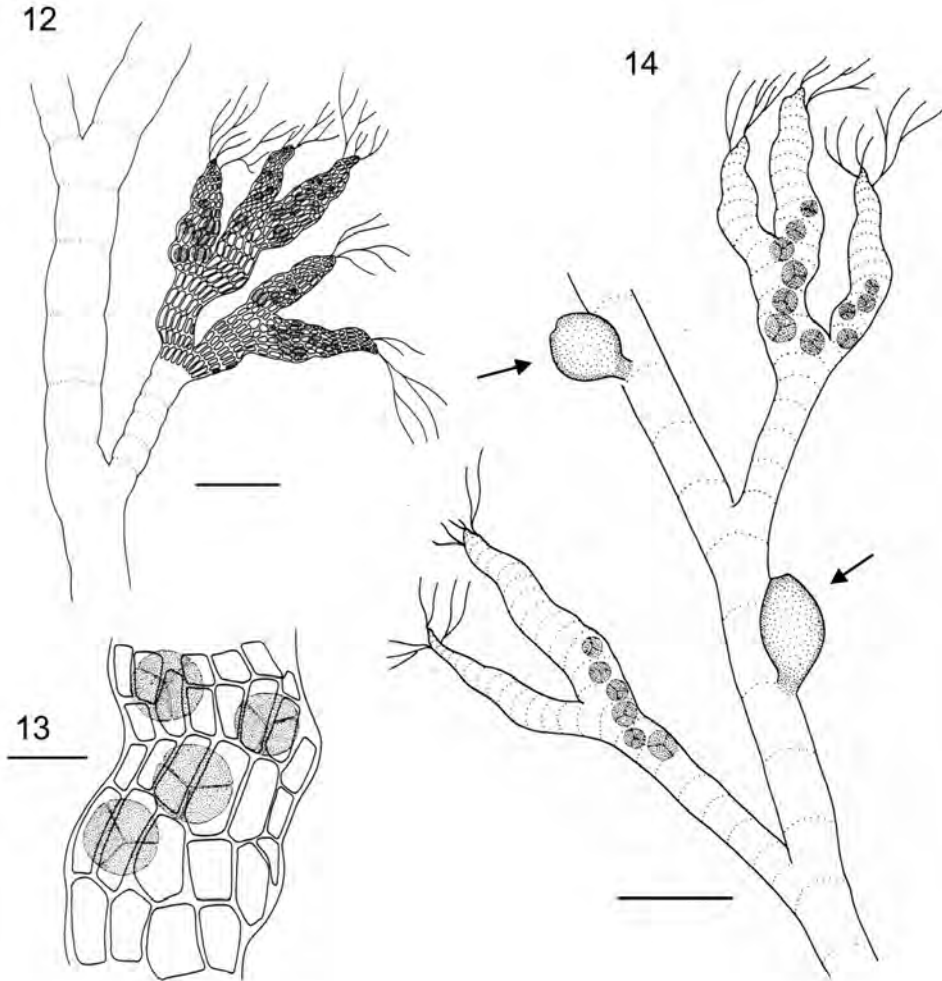
Hábito: Plantas de color marrón formando grupos densos de contorno irregular, de hasta 70 mm de alto y 50 mm de ancho (Figs 1-3), constituidos por numerosos ejes muy ramificados, fijos al sustrato por rizoides originados tanto desde los ejes erectos como de los postrados. Ejes erectos de hasta 0,3 mm de diámetro, ramificados de forma alterna en varios órdenes, con las últimas rámulas cortas y espiniformes (Fig. 4).

Estructura vegetativa: Los ejes están totalmente desprovistos de corticación (Figs 5, 6), crecen a partir de una célula apical de *c.* 10 μm de diámetro, e incrementan su grosor hasta 300 μm en las zonas próximas a la base, pero con ligeras constricciones en los segmentos. Los ejes tienen 13-15 células pericentrales dispuestas generalmente en espiral alrededor de una célula axial de menor diámetro (Fig. 7). Los segmentos en las partes medias de la planta son más largos que anchos (relación largo / ancho = 1-1,5). Los rizoides son septados, unicelulares y digitados, originados a partir de las células pericentrales. Los tricoblastos son abundantes dispuestos en espiral, uno por segmento, de hasta 250 μm de longitud, ramificados hasta 3 veces, y progresivamente atenuados desde 5 μm hasta 1,25 μm (Fig. 5). Son prontamente caducos, y dejan al caer una célula cicatriz (Fig. 6). Las ramas laterales son cortas e incurvadas, y se forman en la axila de los tricoblastos a intervalos de 4 a 5 segmentos.

Reproducción: Plantas dioicas. Las ramas espermatangiales se forman en grupos en los ápices de las rámulas (Fig. 8). Los ejes espermatangiales reemplazan a una rama del tricoblasto en la primera dicotomía, son cónicos, alargados, de 175-300 μm de largo y de 62-95 μm de diámetro, y con 1-2 células terminales estériles (Fig. 9). Los espermatangios son esféricos o subsféricos de hasta 5 μm de diámetro. Los cistocarpos son sésiles, y se originan tanto sobre los ejes como sobre las rámulas (Fig. 10). Son globosos o piriformes, de 600-750 μm de alto y

de 525-650 μm de diámetro, con un ostiolo de hasta 112 μm de diámetro. El pericarpo está formado por células poligonales dispuestas de forma irregular, de 20-75 μm de alto por 12-78 μm de ancho, más pequeñas alrededor del ostiolo, donde pueden medir sólo 25 μm de alto por 20 μm de ancho (Fig. 11). Los carposporangios son piriformes, de 112-125 μm de alto y 32-38 μm de diámetro. Los tetrasporangios son esféricos, de 62-88 μm de diámetro, dispuestos en series muy espiraladas que distorsionan las rámulas (Figs 12, 13).

Fases mixtas en las que cistocarpos y tetrasporangios se desarrollaban sobre una misma planta (Fig. 14) fueron observadas en una ocasión (TFC Phyc 9072).



FIGS 12-14. *Polysiphonia subulifera* (C. Agardh) Harvey. Fig. 12. Aspecto de los ejes terminales de un tetrasporófito con tetrasporangios dispuestos en series espiraladas (Escala = 500 $\frac{1}{4}\text{m}$) (TFC Phyc 9438). Fig. 13. Detalle de un eje fértil con un tetrasporangio por segmento (Escala = 100 $\frac{1}{4}\text{m}$) (TFC Phyc 9438). Fig. 14. Fase mixta: detalle de los ejes terminales de una planta portando cistocarpos (flechas) junto con tetrasporangios (Escala = 500 $\frac{1}{4}\text{m}$) (TFC Phyc 9072).

COMENTARIOS

Polysiphonia subulifera es una especie muy común en muchas localidades de las islas Canarias en las que puede ser recolectada fértil a lo largo de todo el año. Ha sido identificada en todas las islas excepto La Gomera. Sin embargo, la ausencia de citas para esta isla está probablemente relacionada con los escasos estudios ficológicos que hasta el presente han sido realizados en La Gomera.

En general, las plantas de *Polysiphonia subulifera* que crecen en Canarias concuerdan bien con las descripciones previas de esta especie, y pueden ser caracterizadas principalmente por: (1) ramificación cada 4-5 segmentos; (2) rámulas cortas espiniformes, simples o ramificadas; (3) 13-15 células pericentrales dispuestas de forma helicoidal; (4) total ausencia de corticación; (5) presencia en cada segmento de una célula cicatriz; y (6) marcada espiralización de las ramas que portan los tetrasporangios. Solamente el número de células pericentrales (13-15) es ligeramente superior a las 12-13 observadas por Maggs & Hommersand (1993) en las poblaciones de las Islas Británicas. Sin embargo, el número de células pericentrales en las especies de la sección *Polysiphonia* suele mostrar un cierto grado de variación a lo largo del área de distribución de una especie (Rojas-González & Afonso-Carrillo, 2007).

Por su hábito, *Polysiphonia subulifera* muestra un gran parecido con *Boergeseniella fruticulosa* (Wulfen) Kylin (ver Rojas-González & Afonso-Carrillo, 2000c) pero se distingue de esta última por carecer sus ejes de corticación. También por el número de células pericentrales y por la ausencia de corticación, *Polysiphonia subulifera* podría ser confundida con *P. tripinnata*, pero en esta última especie las ramas surgen reemplazando a los tricoblastos (Rojas-González & Afonso-Carrillo, 2007).

Maggs & Hommersand (1993) señalaron que en las poblaciones de *Polysiphonia subulifera* de las Islas Británicas, la reproducción probablemente tenía lugar por fragmentación ya que en los especímenes por ellos examinados no encontraron ningún tipo de estructura reproductora especializada, ni vegetativa ni sexual. Haritonidis & Tsekos (1976) y Athanasiadis (1987), sólo hicieron referencia a plantas estériles de *P. subulifera* en sus trabajos sobre las costas de Grecia. Por otro lado, Børgesen (1930), en las islas Canarias, y Feldmann (1942) en el Mediterráneo, señalaron los tetrasporangios como la única estructura reproductora. Durante la realización de nuestros estudios en las Rhodomelaceae de las islas Canarias (Rojas-González, 1997) tuvimos la oportunidad de recolectar numerosos gametófitos fértiles, tanto espermatangiales como cistocápicos, y describimos las estructuras reproductoras sexuales por primera vez (Rojas-González & Afonso-Carrillo, 2000b).

Børgesen (1930) describió la presencia de dos tetrasporangios por segmento en plantas recolectadas por Sauvageau en Puerto de la Cruz (Tenerife) creciendo epífitas sobre diversas especies de *Cystoseira*. Sin embargo, en los numerosos tetrasporófitos fértiles que hemos tenido la oportunidad de examinar durante nuestros estudios, hemos observado siempre un único tetrasporangio por segmento. Pero como los segmentos fértiles están muy próximos y con frecuencia parcialmente superpuestos debido a la marcada espiralización de las ramas en las que se forman los tetrasporangios, es posible, que en los especímenes examinados por Børgesen, éstos presentaran la apariencia de disponerse en pares por segmento.

Por último, en las algas rojas, la presencia simultánea en una misma planta de estructuras reproductoras sexuales (ejes espermatangiales o cistocarpos) y estructuras asexuales (tetrasporangios) se conoce como 'fase mixta', y ha sido ocasionalmente documentada,

tanto en poblaciones naturales como en cultivos realizados en condiciones de laboratorio (Choi & Lee, 1996). Ocurre en especies cuyo ciclo vital consiste en una alternancia isomórfica de generaciones tipo *Polysiphonia* (West & Hommersand, 1981), y se han documentado en algunos miembros de Gracilariales y Ceramiales, principalmente de las familias Gracilariaceae, Ceramiaceae y Rhodomelaceae (West & Hommersand, 1981; Prieto *et al.*, 1991; Aguilar-Rosas *et al.*, 2006). En Canarias, esta anomalía reproductora había sido observada en poblaciones naturales de las Ceramiaceae *Ceramium rubrum* (Hudson) C. Agardh y *Spermothamnion repens* (Dillwyn) Rosenvinge (Sansón, 1993) y de la Rhodomelaceae *Osmundea pinnatifida* (Hudson) Stackhouse [Hernández-González & Gil-Rodríguez, 1994; como *Laurencia pinnatifida* (Hudson) Lamouroux].

En el género *Polysiphonia* la formación de fases mixtas se ha documentado para varias especies: *P. stricta* (Dillwyn) Greville [Edelstein & McLachlan, 1967; Lawson & Russell, 1967; como *P. urceolata* (Dillwyn) Greville], *P. boldii* Wynne et Edwards (Rueness, 1973), *P. atlantica* Kapraun et Norris (Pérez-Cirera, 1982; como *P. macrocarpa* Harvey), *P. paniculata* Montagne (Aguilar-Rosas & Aguilar-Rosas, 1984), *P. morrowii* Harvey (Lee & Lee, 1991) y *P. confusa* Hollenberg (Aguilar-Rojas *et al.*, 2006). También en el recientemente descrito género *Neosiphonia* se han observado fases mixtas en *N. harlandii* (Harvey) Kim et Lee (Cheung *et al.*, 1984; como *Polysiphonia harlandii* Harvey). El hallazgo de una fase mixta en *Polysiphonia subulifera* (tetrasporangios y cistocarpos en una misma planta) es la primera vez que se describe en esta especie, y constituye también la primera ocasión en la que se observa en una especie de *Polysiphonia* de las islas Canarias.

De acuerdo con Choi & Lee (1996) las fases mixtas probablemente representan una expresión de la estructura reproductiva de los genes, debido a la mutación de los múltiples alelos que determinan el sexo. Aparentemente, las plantas haploides (gametófitos) tienen la potencialidad para producir estructuras femeninas, masculinas o esporangios, ya que todos los genes que regulan la morfogénesis de los procarpos/cistocarpos, los ejes espermatangiales y los tetrasporangios están presentes en el genoma haploide (Lee *et al.*, 2001). En las plantas con fases mixtas cistocarpos / tetrasporangios, como las observadas en *Polysiphonia subulifera*, los tetrasporangios tendrían un origen apomítico.

AGRADECIMIENTOS

A Marta Sansón y Candelaria Gil-Rodríguez por la revisión crítica del manuscrito, sus comentarios y sugerencias.

BIBLIOGRAFÍA

- AFONSO-CARRILLO, J. & M. SANSÓN (1999). *Algas, hongos y fanerógamas marinas de las Islas Canarias. Clave analítica*. Materiales Didácticos Universitarios. Serie Biología 2. SPULL. Tenerife. 254 pp.
- AGARDH, C.A. (1827). Aufzählung einiger in den österreichischen Ländern gefundenen neuen Gattungen und Arten von Algen, nebst ihrer Diagnostik und beigefügten Bemerkungen. *Flora* 10: 625-646.

- AGARDH, J.G. (1842). *Algae maris mediterranei et adriatici, observationes in diagnosis specierum et dispositionem generum*. Fortin, Masson et Cie., Paris. pp. x + 164.
- AGARDH, J.G. (1863). *Species, genera et ordines algarum*. Part 3, fasc. 2. C.W.K. Gleerup, Lundae [Lund]. pp. 787-1139 + 1158-1291.
- AGUILAR-ROSAS, R. & L.E. AGUILAR-ROSAS (1984). Presencia de las fases carposporofita y tetrasporofita sobre el mismo talo en *Polysiphonia paniculata* Mont. *Ciencias Marinas* 10: 181-183.
- AGUILAR-ROSAS, R., L.E. AGUILAR-ROSAS & F.F. PEDROCHE (2006). Descripción de talos espermatangiales y combinación de fases en *Polysiphonia confusa* (Rhodomelaceae, Rhodophycota). *Revista Mexicana de Biodiversidad* 77: 1-6.
- ATHANASIADIS, A. (1987). *A survey of the seaweeds of the Aegean Sea with taxonomic studies on species of the tribe Antithamnieae (Rhodophyta)*. Department of Marine Botany, University of Gothenburg. vii + 174 pp.
- BØRGESEN, F. (1930). Marine algae from the Canary Islands especially from Teneriffe and Gran Canaria. III. Rhodophyceae, Part III, Ceramiales. *Kongelige Danske Videnskabernes Selskab Biologiske Meddelelser* 9(1): 1-159.
- CHEUNG, K.W., K.Y. LEE & I.J. HODGKISS (1984). The occurrence of tetrasporangia and cystocarps on the same thalli in *Polysiphonia harlandii* (Rhodophyta: Ceramiales). *Botanica Marina* 27: 571-572.
- CHOI, H.-G. & I.K. LEE (1996). Mixed-phase reproduction in *Dasysiphonia chejuensis* (Rhodophyta) from Korea. *Phycologia* 35: 9-18.
- COPPEJANS, E. (1983). Iconographie d'algues Méditerranéées. Chlorophyta, Phaeophyta, Rhodophyta. *Bibliotheca Phycologica* 63: 1-28, 367 plates.
- EDELSTEIN, T. & J. MCLACHLAN (1967). Cystocarps and tetrasporangia on the same thallus in *Membranoptera alata* and *Polysiphonia urceolata*. *British Phycological Bulletin* 3: 185-187.
- FELDMANN, J. (1942). Les algues marines de la côte des Albères, IV. Rhodophycées (fin). *Travaux algologique* 1: 29-113.
- FELDMANN, J. (1981). Clé des *Polysiphonia* des côtes françaises. *Cryptogamie, Algologie* 2: 71-77.
- GONZÁLEZ-RUIZ, S., J. REYES, M. SANSÓN & J. AFONSO-CARRILLO (1995). Flora marina de Cotillo, noroeste de Fuerteventura (Islas Canarias). *Vieraea* 24: 13-38.
- GREVILLE, R.K. (1823). *Scottish cryptogamic flora*. Vol. 2 (fasc. 7-12), Plates 31-60. MacLachlan & Stewart. Baldwin, Craddock & Joy. Edinburgh & London.
- HARITONIDIS, S. & I. TSEKOS (1975). Marine algae of northern Greece. *Botanica Marina* 18: 203-221.
- HAROUN, R.J., M.C. GIL-RODRÍGUEZ, J. DÍAZ DE CASTRO & W.F. PRUD'HOMME VAN REINE (2002). A checklist of the marine plants from the Canary Islands (central eastern Atlantic Ocean). *Botanica Marina* 45: 139-169.
- HERNÁNDEZ-GONZÁLEZ, M.C. & M.C. GIL-RODRÍGUEZ (1994). Existence of plants bearing tetrasporangia and spermatangial receptacles (mixed phases) in the genus *Laurencia* Lamouroux (Rhodomelaceae). *Nova Hedwigia* 59: 189-194.

- HOEK, C. VAN DEN (1984). World-wide latitudinal and longitudinal seaweed distribution patterns and their possible causes, as illustrated by the distribution of Rhodophytan genera. *Helgoländer Meeresuntersuchungen* 38: 227-257.
- HOLMGREN, P.K., N.H. HOLMGREN & L.C. BARNETT (1990). *Index Herbariorum, Pt 1: The Herbaria of the World*, 8th ed. New York, Bronx, New York Botanical Garden, x + 693 p. [*Regnum Vegetabile*, vol. 20].
- JOHNSTON, C.S. (1969). Studies on the ecology and primary production of Canary Islands marine algae. *Proceedings International Seaweed Symposium* 6: 213-222.
- JORGE, D., N. GONZÁLEZ & E. DELGADO (1986). Macrofitobentos del litoral del Puerto de Las Nieves (Gran Canaria). *Botanica Macaronesica* 12-13: 111-122.
- KÜTZING, F.T. (1849). *Species Algarum*. Brockhaus, Leipzig. 922 pp.
- KÜTZING, F.T. (1864). *Tabulae phycologicae*. Vol. 14 pp. (III +) 35, 100 plates. Nordhausen.
- LAWSON, R.P. & G. RUSSELL (1967). Simultaneous occurrence of carposporophytes and tetrasporangia in *Polysiphonia urceolata*. *British Phycological Journal* 3: 249-250.
- LEE, W.J. & I.K. LEE (1991). Mixed phases reproduction of *Polysiphonia morrowii* Harvey (Rhodomelaceae, Rhodophyta) in culture. *Japanese Journal of Phycology* 39: 115-121.
- LEE, Y.K., M.S. HWANG & I.K. LEE (2001). Sexual differentiation of *Griffithsia monilis* (Ceramiales, Rhodophyta) in hybrids between female and male thalli. *Botanica Marina* 44: 547-557.
- MAGGS, C.A. & M.H. HOMMERSAND (1993). *Seaweeds of the British Isles. Volume 1. Rhodophyta. Part 3A. Ceramiales*. HMSO, London. xv + 444 pp.
- NEWTON, L. (1931). *A handbook of the British seaweeds*. xiii + 478 pp. London.
- PÉREZ-CIRERA, J.L. (1982). Cistocarpos en el tetrasporófito de *Polysiphonia macrocarpa* (Rhodomelaceae, Rhodophyta). *Collectanea Botanica* 13: 887-891.
- PRIETO, I., R. WESTERMEIER & D. MULLER (1991). Variación de fenofases de *Gracilaria chilensis* Bird, McLachlan and Oliveira (Rhodophyta, Gigartinales), en condiciones laboratorio y cultivo. Presencia de fases mixtas. *Revista Chilena de Historia Natural* 64: 343-352.
- ROJAS-GONZÁLEZ, B. (1997). *Estudio de las especies de la Familia Rhodomelaceae (Rhodophyta), con exclusión de las Tribus Chondrieae y Laurencieae, en las Islas Canarias*. Tesis Doctoral [no publicada]. Universidad de La Laguna. La Laguna, Islas Canarias. 647 pp.
- ROJAS-GONZÁLEZ, B. & J. AFONSO-CARRILLO (2000a). Notas corológicas sobre algas rojas Rhodomelaceae de las islas Canarias. *Vieraea* 28: 119-125.
- ROJAS-GONZÁLEZ, B. & J. AFONSO-CARRILLO (2000b). Notes on Rhodomelaceae (Rhodophyta) from the Canary Islands: observations on reproductive morphology and new records. *Botanica Marina* 43: 147-155.
- ROJAS-GONZÁLEZ, B. & J. AFONSO-CARRILLO (2000c). Morfología y distribución de *Boergeseniella fruticulosa* en las islas Canarias (Rhodophyta, Rhodomelaceae). *Vieraea* 28: 127-136.

- ROJAS-GONZÁLEZ, B. & J. AFONSO-CARRILLO (2007). Morfología y distribución de las especies de *Polysiphonia* de las islas Canarias. 1. *Polysiphonia opaca* y *P. tripinnata* (Rhodophyta, Rhodomelaceae). *Vieraea* 35: 109-119.
- RUENESS, J. (1973). Speciation in *Polysiphonia* (Rhodophyceae, Ceramiales) in view of hybridization experiments: *P. hemisphaerica* and *P. boldii*. *Phycologia* 12: 107-109.
- SANSÓN, M. (1993). Presencia de tetrasporangios y carposporófitos / procarpos en una misma planta en *Ceramium rubrum* y *Spermothamnion repens* (Ceramiaceae, Rhodophyta) en las islas Canarias. p. 54. Libro de Resúmenes X Simposio Nacional de Botánica Criptogámica. Universidad de La Laguna, Santa Cruz de Tenerife. 231 pp.
- SAUVAGEAU, C. (1912). A propos des *Cystoseira* de Banyuls et Guéthary. *Bulletin Station Biologique Arcachon* 14: 133-556.
- WEST, J.A. & M.H. HOMMERSAND (1981). Rhodophyta: life histories. In: *The biology of seaweeds*. (Lobban, C.S. & M.J. Wynne Eds), pp. 133-193. University of California Press, Berkeley & Los Angeles.

VIERAEA	Vol. 35	147-154	Santa Cruz de Tenerife, octubre 2007	ISSN 0210-945X
---------	---------	---------	--------------------------------------	----------------

Exotic, introduced and invasive avifauna on Tenerife: are these species a serious threat?

EDUARDO GARCÍA-DEL-REY

*Departamento de Ecología, Facultad de Biología, E-38206 La Laguna,
Tenerife, Canary Islands, Spain
e-mail: avesecot@teide.net*

GARCIA-DEL-REY, E. (2007). Avifauna invasora, introducida y exótica de Tenerife: ¿Son estas especies una seria amenaza? *VIERAEA* 35: 147-154.

RESUMEN: Se revisa la situación de avifauna exótica en Tenerife desde que se empezó a citar al final de los años 80. Se actualiza y analiza el estatus de estas especies de aves proporcionando datos nuevos, años 2005-2006, sobre la distribución de poblaciones aparentemente estables. La literatura no deja claro cuantas especies están presentes en Tenerife (rango de 1-9) y sugiere que las introducciones fueron de 4 ordenes (i.e. Galliformes, Columbiformes, Psittaciformes y Passeriformes) pertenecientes a 7 familias (Numidae, Phasianidae, Columbidae, Psittacidae, Estrildidae, Fringillidae y Sturnidae). Sin embargo, en la actualidad sólo mantienen poblaciones estables en Tenerife 5 especies (*Alectoris barbara*, *Streptopelia roseogrisea*, *Myiopsitta monachus*, *Psittacula krameri* y *Nandayus nenday*) pertenecientes a los ordenes Galliformes, Columbiformes y Psittaciformes. Se concluye que el proceso de introducciones en Tenerife es principalmente “accidental” con algunas introducciones voluntarias con fines cinegéticos en el siglo XV. Toda la avifauna exótica, introducida accidentalmente en Tenerife, se ha mantenido asociada a zonas urbanas, un hábitat subóptimo para estas aves. El orden de los Passeriformes ha tenido problemas en establecerse en Tenerife y los Psittaciformes son el orden más exitoso, el cual se debería de monitorizar y controlar en un futuro no muy lejano.

Palabras clave: aves exóticas, *Psittacula krameri*, *Myiopsitta monachus*, introducción, invasiva, distribución, Tenerife, islas Canarias.

ABSTRACT: I review the exotic avifauna of Tenerife since records began in the late 1980's and update and analyse the actual status of these bird species by providing new data, from 2005-2006, of the distribution of these apparently self-sustaining populations. A literature search did not make clear how many species are present on Tenerife (range 1-9) and suggested that all introductions to this island were of species from 4 orders (i.e. Galliformes, Columbiformes, Psittaciformes and Passeriformes) belonging to 7 families (Numidae, Phasianidae, Columbidae,

Psittacidae, Estrildidae, Fringillidae and Sturnidae). However, only 5 introduced species (*Alectoris barbara*, *Streptopelia roseogrisea*, *Myiopsitta monachus*, *Psittacula krameri* and *Nandayus nenday*) belonging to the orders Galliformes, Columbiformes and Psittaciformes show self-sustaining populations on Tenerife today. It is concluded that the introduction process on Tenerife is mainly “accidental” with some voluntary introductions for recreational hunting in the 15th century. All exotic, accidentally introduced, avifauna to Tenerife has always been associated with urban habitats which are suboptimal. Passeriformes appear to find it difficult to become established on Tenerife. Psittaciformes are the most successful order, and need to be monitored and possibly controlled in the near future.

Key words: exotic birds, *Psittacula krameri*, *Myiopsitta monachus*, introduction, invasive, avifauna, distribution, Tenerife, Canary Islands.

INTRODUCTION

Numerous species of birds have been introduced to remote oceanic archipelagos by a variety of groups and for a variety of reasons (e.g. recreational hunting, for food, as an attempt at biological control, etc.) (Drake *et al.*, 1989). For example at least 140 species of 14 different orders of birds have been introduced to the six main Hawaiian islands (Pratt *et al.*, 1987). Most of these species (79%) were Galliformes, Columbiformes and Passeriformes, which came from six continents. The introductions were carried out by a variety of agents including state and local governments, private citizens, and the acclimatization society (Moulton *et al.*, 2001).

There are several hypotheses proposed to answer the question: Why do some species become self sustaining after introduction and others fail?. The “introduction history hypothesis” was suggested by Simberloff and Boecklen (1991) who argued that whenever and wherever a given species is introduced, it tends to either always succeed or always fail (this leads to an “all-or-none” pattern in the distribution of birds introduced onto a series of islands). Another factor that might influence the outcome of introductions is the “effort invested” in the introduction process (Griffith *et al.*, 1989) and several authors have reported a positive relationship between the size of the native geographic range of a species and its average abundance (e.g. Brown, 1984).

The Canary Islands have had several exotic & invasive (non-native) bird introductions (see e.g. Garcia-del-Rey, 2001). On this archipelago, several bird introductions have been made from the fifteenth century onward, for hunting purposes [e.g. see Barbary Partridge *Alectoris barbara*, Helmeted Guineafowl *Numida meleagris* and Common Turkey *Meleagris gallopavo* (Emmerson *et al.*, 1994)] but most exotic birds have been accidentally introduced in the wild on the Canaries [e.g. families Psittacidae and Estrildidae (Emmerson *et al.*, 1994; Martín, 1987; Pérez Padrón, 1983)].

Despite some preliminary data presented for the main island of Tenerife on this subject, more than 13 years ago (Lorenzo, 1993), no systematic full island study has been published so far for Tenerife. Taking into account the data presented in the main ornithological books, it is far from being clear how many bird species have self-sustaining populations on Tenerife today [e.g. c. 31 by Martín & Lorenzo (2001), 11 by Izquierdo *et al.*, (2004) or 5 by Garcia-del-Rey (2001)].

The aim of this study is to present a long term review of the situation of the exotic birds on Tenerife. I also aim to update and analyse the situation of these bird species by providing new data collected in 2005 and 2006. Some recommendations for future control of these birds are also given.

STUDY AREA AND METHODS

I used Martín (1987), Moreno (1988), Emmerson *et al.* (1994), Garcia-del-Rey (2000), Rodríguez Luengo (2001), Sánchez (2002), Garcia-del-Rey (2001), Martín & Lorenzo (2001), Izquierdo *et al.* (2004) and Clarke (2006) to compile the lists of non-native birds introduced to the island of Tenerife. Those publications that did not segregate the introduced species by islands were not included (e.g. Heinzl *et al.*, 1995).

This investigation was carried out on the island of Tenerife (28°20'N-16°20'E) on those areas not covered by native forests or Alpine shrub, as no bird introductions have ever been claimed on these areas (see e.g. Martín & Lorenzo, 2001). Field work was conducted, by the author, from January 2005 to December 2006. The units of distribution are the 2.5 x 2.5 km squares of the National Grids of Spain (Mapa Topográfico Nacional de España, 1:25.000 from Ministerio de Fomento, Instituto Geográfico Nacional, U.T.M. WGS 84). A total of 187 squares were sampled on this island. To increase detectability of more elusive species, all birds seen and/or heard were recorded in each square during early morning visits 7:00 to 11:00 a.m. local time. No surveys were done on mornings when strong wind or rain conditions prevailed. Similar effort was applied to each of the squares by walking at a speed of 1-2 km/h. On the maps (Figs. 1-4), all dots (group present) and triangles (individual observations) are placed centrally in the squares. For some coastal squares with very little land the dot may appear, therefore, to be in the sea. All maps were prepared with Arcview Gis 3.2. The common, scientific names and order of species follow Garcia-del-Rey (2001).

Exotic, introduced or invasive bird species is defined as in Garcia-del-Rey (2001) (that is, species introduced by man that nowadays have apparently self-sustaining populations).

Literature search

The list of exotic, introduced (non-native) bird species provided by the different authors can be seen on Table I. From these data it can be extracted that all introductions to Tenerife were of species from 4 orders (i.e. Galliformes, Columbiformes, Psittaciformes and Passeriformes) belonging to 7 families (Numidae, Phasianidae, Columbidae, Psittacidae, Estrildidae, Fringillidae and Sturnidae). However, 3 species have caused some confusion as their origin is not clear (i.e. Serin *Serinus serinus*, Collared Dove *Streptopelia decaocto* and Barbary Partridge *Alectoris barbara*) (see interrogations on Table I). It has not been confirmed yet (e.g. by molecular analysis), where these species come from, although it is widely accepted by all authors (see Table I), now, that only Barbary Partridge *Alectoris barbara* has been introduced by man on Tenerife. The range of the number of introduced species to Tenerife, according to the published data from the past 20 years is 1 to 9.

RESULTS

The main results of this study are summarized on section 11 in Table I. As suggested by the literature search, all introductions to Tenerife were from species belonging to 4 orders (Galliformes, Columbiformes, Psittaciformes and Passeriformes) but some significant changes are observed.

From the Galliformes, Helmeted Guineafowl *Numida meleagris* failed to become established (i.e. no self-sustaining populations were found during the course of this study). The Columbiformes still have the feral form “risoria” of Barbary Dove *Streptopelia roseogrisea* introduced in the wild (see distribution on Fig. 4). From the Psittaciformes (family Psittacidae), Budgerigar *Melopsittacus undulatus* and Senegal Parrot *Poicephalus senegalus* has failed to become established on Tenerife. However, a new exotic parakeet has become established as a possible self-sustaining population in the south of the island (see Nanday Parakeet *Nandayus nenday* on Fig. 3). Both Monk Parakeet *Myiopsitta monachus* and Ring-necked Parakeet *Psittacula krameri* still have well established populations on Tenerife, (see Fig. 1 & 2). From the Passeriformes none of the Estrildidae (i.e. Common Waxbill *Estrilda astrild*, Orange-cheeked Waxbill *Estrilda melpoda*, Black-rumped Waxbill *Estrilda troglodytes*) were

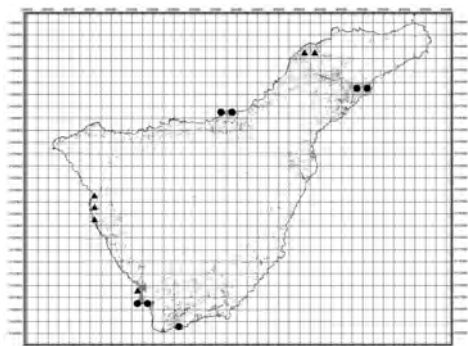


Figure 1. Distribution of Monk Parakeet *Myiopsitta monachus* on Tenerife.

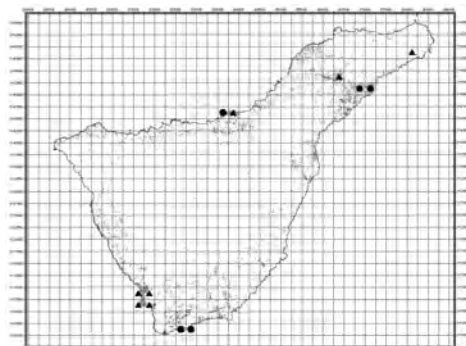


Figure 2. Distribution of Ring-necked Parakeet *Psittacula krameri* on Tenerife.

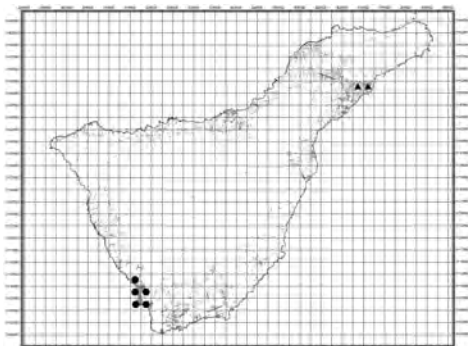


Figure 3. Distribution of Nanday Parakeet *Nandayus nenday* on Tenerife.

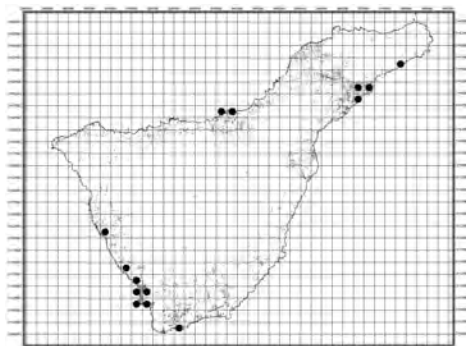


Figure 4. Distribution of Barbary Dove *Streptopelia roseogrisea* “risoria” on Tenerife.

Circle = apparently self-sustaining population; Triangle= observations of 1-5 individuals.

Table I. List of exotic, introduced (non-native) bird species on the island of Tenerife by different authors (x= introduced species; ?= origin/status not clear; N= breeding not confirmed; e= eradicated; E= extinct).

Order	Family	Scientific name	Common english name	Common spanish name	Refe				
					1	2	3	4	5
Galliformes	Numidae	<i>Numida meleagris</i>	Helmeted Guineafowl	Pintada Común	x	x	x		x
	Phasianidae	<i>Alectoris barbara</i>	Barbary Partridge	Perdiz Moruna	?	?			?
Columbiformes	Columbidae	<i>Streptopelia roseogrisea</i>	Barbary Dove	Tórtola de Collar	x		x	x	x
		<i>Streptopelia decaocto</i>	Collared Dove	Tórtola Turca			x		?
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Melopsittacus undulatus</i>	Budgerigar	Periquito Común			x		x
		<i>Myiopsitta monachus</i>	Monk Parakeet	Cotorra Argentina			x	x	x
		<i>Poicephalus senegalus</i>	Senegal Parrot	Lorito Senegalés			x		x
		<i>Psittacula krameri</i>	Ring-necked Parakeet	Cotorra de Kramer		?	x	x	x
		<i>Nandayus nenday</i>	Nanday Parakeet	Aratinga Ñanday					
Passeriformes	Estrildidae	<i>Estrilda astrild</i>	Common Waxbill	Estrilda Común		N	N		N
		<i>Estrilda melpoda</i>	Orange-cheeked Waxbill	Estrilda de Carita Naranja			N		N
		<i>Estrilda troglodytes</i>	Black-rumped Waxbill	Astrilda Culinegra			N		N
	Fringillidae	<i>Serinus serinus</i>	Serin	Verdecillo		?			
	Sturnidae	<i>Acridotheres tristis</i>	Common Myna	Miná Común			x	x	x

* 1= (Martín, 1987), 2= (Moreno, 1988), 3= (Emmerson *et al.*, 1994), 4= (Garcia-del-Rey, 2000), 5= (Rodríguez Luengo 2001), 6= (Sánchez, 2002), 7= (Garcia-del-Rey, 2001), 8= (Martín & Lorenzo, 2001), 9= (Izquierdo *et al.*, 2004), 10= (Clarke, 2006), 11= this study.

detected during the present study and the population of Common Myna *Acridotheres tristis* (Sturnidae) was not longer present on the capital of Tenerife.

Therefore, at the present time, 5 introduced species (*Alectoris barbara*, *Streptopelia roseogrisea*, *Myiopsitta monachus*, *Psittacula krameri* and *Nandayus nenday*) belonging to 3 families (Phasianidae, Columbidae, Psittacidae) and 3 orders (Galliformes, Columbiformes and Psittaciformes) show self-sustaining populations on Tenerife. All species accidentally introduced (except *Alectoris barbara*, introduced for hunting purposes) also show a strong preference for urban habitats (see shaded areas on Fig. 1-4) and have never been formally recorded outside this anthropogenic habitat type.

DISCUSSION

The results of the present study suggest that the introduction process on Tenerife is mainly “accidental” (e.g. for Columbiformes and Psittaciformes) but there have been some voluntary introductions for recreational hunting (Galliformes). These three orders correspond also with most introductions on the Hawaiian islands (Moulton *et al.*, 2001). From the Galliformes introduced on the Canaries, Helmeted Guineafowl *Numida meleagris* has been introduced successfully in other Atlantic island archipelagos (e.g. Cape Verde Islands [Cape Verde Islands, Hazevoet (1995)]), but for unknown reasons, this species has failed to become established on Tenerife, since first cited by Martín (1987). On the contrary Barbary Partridge *Alectoris barbara* is currently distributed on all main ecosystems on this island since first introduced in the 15th century (Rodríguez Luengo 2001). According to Moulton *et al.* (2001) these two species did not succeed on the archipelago of Hawaii.

When compared to Hawaii, the non-native Columbiformes are well underrepresented on Tenerife (1 vs 4 species) but the Psittaciformes have long (*c.* 12 years) been established on this island (see Table I). From the Psittacidae, Budgerigar *Melopsittacus undulatus* and Senegal Parrot *Poicephalus senegalus* have failed, despite the huge numbers imported every year (e.g. 2500 Budgerigars from 2004-2006, Victor Falcon-Perera *in litt*). However, both Monk *Myiopsitta monachus* and Ring-necked Parakeets *Psittacula krameri* have self-sustaining populations on Tenerife since first cited in the early 1990s (Emmerson *et al.*, 1994). A new addition to the list is Nanday Parakeet *Nandayus nenday* found in the south of Tenerife with a colony of around 60 birds (E. Garcia-del-Rey unpublished data). This species was first cited to breed in the Canaries by Heinzel *et al.* (1995).

My results suggest that all these exotic avifauna have maintained their self-sustaining populations near urbanized areas, particularly occupying parks and gardens of coastal cities and tourist resorts (pers. obs. & this study), a suboptimal habitat type for the parakeets (Del Hoyo *et al.*, 1997). A total of 35 Ring-necked Parakeets were ringed by EGDR on Tenerife during 2003-2006 and all showed extremely low weights suggesting that these were suffering from severe food constraints (Sociedad Ornitológica Canaria unpublished data). Both Monk *Myiopsitta monachus* and Nanday Parakeets *Nandayus nenday* have failed on Hawaii (Moulton *et al.*, 2001). Therefore, the parrots (Psittacidae) are the most successful taxa introduced on Tenerife. It has not been quantified yet if any of these exotic species can compete or even threaten the native flora and fauna in both nonnative and native habitats of Tenerife.

Elsewhere (e.g. Hawaii) it has been found that passerine species have a higher success rate of introduction than nonpasserine orders (e.g. Galliformes, Columbiformes and Psittaciformes) but this pattern was not observed on Tenerife. My results suggest that passerines (i.e. Passeriformes) tend to fail on Tenerife (with the exception of Common Myna *Acridotheres tristis*, well established in Hawaii but eradicated from Tenerife at the beginning of this century). Even other natural passerine colonisations to Tenerife, as Serin *Serinus serinus* and Starling *Sturnus vulgaris*, have failed to expand their ranges (Garcia-del-Rey, 2001) since first established on the island. For example, all the Estrildidae (3 different species) recorded for Tenerife (Emmerson *et al.*, 1994) have failed to establish self-sustaining populations since records began (Moreno, 1988). On the contrary the Estrildidae are represented by the Common Waxbill on Gran Canaria (Canary Islands), Santiago (Cape Verde) and O'ahu (Hawaii). Only 1 out of the 37 species of Passeriformes cited in Martín & Lorenzo (2001) has been found to breed on several years on Tenerife (i.e. Red-whiskered Bulbul *Pycnonotus jocosus*, Beatriz Fariña pers. comm.) in the last two decades. The reasons why this pattern is observed on Tenerife merit further research.

As the list of exotic/invasive species to Tenerife has decreased from 9 to 5 since 1988, so has the risk of any of these species to colonize native areas of this island (a 56% decrease in the last 20 years). In these two decades there have been no Galliformes introductions on Tenerife but many parrots and parakeets do escape from captivity every year from many different locations (e.g. zoos, private collections, etc.). As the anthropogenic habitats of coastal Tenerife increases rapidly in size, with so much uncontrolled development (Fernandez-Palacios *et al.*, 2004), so might the number and species of parrots and parakeets and their effects on native species. Therefore, special attention should be kept to the Psittaciformes and more quantitative data should be collected (e.g. how many birds are seen at a particular date, when are they first seen, what type of habitat are they found to occupy, have they been able to breed, etc.).

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was financially supported by the Sociedad Ornitológica Canaria (SOC) and the environmental consultant AVES ECOTOURS S.L.. I'm grateful to Dr. Will Cresswell for providing interesting comments to an earlier version of this manuscript.

REFERENCES

- BROWN, J.H. (1984). On the relationship between abundance and distribution of species. *American Naturalist* 124: 255-279.
- CLARKE, T. (2006). *Birds of the Atlantic Islands*. Christopher Helm, London, UK, 368 pp.
- DEL HOYO, J., A. ELLIOTT & J. SARGATAL (1997). *Handbook of the Birds of the World*. Vol. 4. Sandgrouse to cuckoos. Lynx Edicions, Barcelona, Spain, 679 pp.
- DRAKE, J.A., DI CASTRI, F., GROVES, R.H., KRUGER, F.J., REJMANEK, M. & M. WILLIAMSON (1989). *Biological invasions. A global perspective. Scope* 37. Wiley, New York, US.

- EMMERSON, K.W., MARTIN, A., BACALLADO, J.J. & J.A. LORENZO (1994). *Catálogo y bibliografía de la avifauna canaria*. Publ. Cient. Mus. Cienc. Nat. 4, 86 pp.
- FERNANDEZ-PALACIOS, J.M., J. RAMON, J. DOMINGO & R. OTTO (2004). *Canarias. Ecología, Medio Ambiente y Desarrollo*. G.Z. Printek, S.A.L., Vizcaya, Spain, 170 pp.
- GARCIA-DEL-REY, E. (2000). *Where to Watch Birds on Tenerife*. Publicaciones Turquesa S.L., Santa Cruz de Tenerife, 148 pp.
- GARCIA-DEL-REY, E. (2001). *Checklist of the Birds of the Canary Islands*. Publicaciones Turquesa S.L., Santa Cruz de Tenerife, 32 pp.
- GRIFFITH, B., J.M. SCOTT, W. CARPENTER & C. REED (1989). Translocation as a species conservation tool: Status and strategy. *Science* 245: 477-480.
- HAZEVOET, C.J. (1995). *The Birds of the Cape Verde Islands*. BOU Check-list No. 13. BOU, Tring, UK, 192 pp.
- HEINZEL, H., R. FITTER & J. PARSLow (1995). *Birds of Britain & Europe with North Africa & the Middle East*. Harper Collins, London, UK, 384 pp.
- IZQUIERDO, E., J.L. MARTÍN, N. ZURITA & M. ARECHA VALETA (2004). *Lista de Especies Silvestres de Canarias (Hongos, Plantas y Animales Terrestres)*. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación Territorial, Gobierno de Canarias.
- LORENZO, J.A. (1993). Datos preliminares sobre psitácidos escapados de cautividad en la ciudad de Santa Cruz de Tenerife (Tenerife, Islas Canarias). *Vieraea* 22: 119-125.
- MARTÍN, A. (1987). *Atlas de las Aves Nidificantes en la Isla de Tenerife*. Instituto de Estudios Canarios. Monografía 32, 275 pp.
- MARTÍN, A. & J. A. LORENZO. (2001). *Aves del Archipiélago Canario*. Francisco Lemus, La Laguna, 787 pp.
- MORENO, J.M. (1988). *Guía de las Aves de las Islas Canarias*. Interinsular Canaria, Santa Cruz de Tenerife, 231 pp.
- MOULTON, M.P., K.E. MILLER & E. A. TILLMANN (2001). Patterns of success among introduced birds in the Hawaiian Islands. *Studies in Avian Biology* No. 22:31-46.
- PÉREZ PADRÓN, F. (1983). *Las Aves de Canarias*. Aula de Cultura del Excmo. Cabildo Insular de Tenerife. Santa Cruz de Tenerife, 81 pp.
- PRATT, H.D., P.L. BRUNER & D.G. BERRET (1987). *A Field Guide to the Birds of Hawaii and the Tropical Pacific*. Princeton University Press, Princeton, NJ, US, 504 pp.
- RODRÍGUEZ LUENGO J.L. (2001): Fauna introducida.- pp. 321-237 in: J.M. FERNÁNDEZ-PALACIOS & J.L. MARTÍN ESQUIVEL (eds.): *Naturaleza de las Islas Canarias. Ecología y Conservación*. Editorial Turquesa, Santa Cruz de Tenerife, 474 pp.
- SÁNCHEZ, T. (2002). *Aves de Canarias*. Editorial Rueda, Madrid, España, 220 pp.
- SIMBERLOFF, D. & W. BOECKLEN (1991). Patterns of extinction in the introduced Hawaiian avifauna: A reexamination of the role of competition. *American Naturalist* 138: 300-327.

VIERAEA	Vol. 35	155-161	Santa Cruz de Tenerife, octubre 2007	ISSN 0210-945X
---------	---------	---------	--------------------------------------	----------------

Sex-ratio and occurrence of hermaphroditism in populations of *Diadema antillarum* (Echinoidea: Diadematidae) at two contrasting habitats in Tenerife (Canary Islands)

JOSÉ CARLOS HERNÁNDEZ^{1,2}, SABRINA CLEMENTE¹ & ALBERTO BRITO¹

¹ *Departamento de Biología Animal (Ciencias Marinas), Facultad de Biología, Universidad de La Laguna, Avenida Francisco Sánchez s/n, 38206 La Laguna, Tenerife, Islas Canarias. jocarher@ull.es*

² *Department of Biology, Villanova University, Pennsylvania, USA.*

HERNÁNDEZ, J. C., S. CLEMENTE & A. BRITO. Sex-ratio y ocurrencia de hermafroditismo en poblaciones del equinoideo *Diadema antillarum* en dos hábitats diferentes en Tenerife (islas Canarias). *VIERAEA* 35: 155-161.

RESUMEN: Se llevó a cabo el estudio histológico de las gónadas del equinoideo *Diadema antillarum* en dos tipos de hábitats diferentes en Tenerife (Islas Canarias): «blanquizal», hábitat caracterizado por altas coberturas de algas coralíneas y ausencia de macroalgas, propio de zonas dominadas por erizos; y «borde o frente de ramoneo», hábitat caracterizado por la presencia de altas biomásas de macroalgas y pocoserizos. El sex-ratio de la población de *D. antillarum* no varió significativamente de la proporción 1:1 en cada hábitat. Se registró la presencia de un individuo hermafrodita (en el blanquizal) de un total de 572 erizos examinados. Se concluye que el hábitat no influye en el gonocorismo lábil que muestra esta especie, ni tampoco en los mecanismos de determinación del sexo.

Palabras claves: islas Canarias, equinodermos, *Diadema antillarum*, sex ratio, hermafroditismo.

ABSTRACT: Gonad histological examination of the Canary Islands populations of the echinoid *Diadema antillarum* was conducted in two types of habitats («barrens», i.e. habitats characterised by high visible crustose coralline algal cover typical of urchin-barren grounds, and by absence of macroalgae; and «fringe», i.e. habitats characterised by high macroalgal biomass and few *D. antillarum*). Sex ratio did not differ significantly from 1:1 at either habitat. One hermaphrodite echinoid was found at the barren habitat out of the total of 572 echinoids examined. *Diadema antillarum* did not show labile gonochorist and sex determining mechanisms influenced by habitat.

Key words: Canary Islands, echinoderms, *Diadema antillarum*, sex ratio, hermaphroditism.

INTRODUCTION

According to Pearse & Cameron (1991) most sex ratios that have been reported for the few echinoid species adequately examined are close to 1:1. Nevertheless, there are records suggesting that a 1:1 ratio is not universal among echinoids (see review in Lawrence, 1987). Indeed, deviations from 1:1, due to excess of one sex or the other, are known even in different populations of the same species (Pearse 1968, 1969; Pearse & Phillips, 1968; Dix, 1970; Gonor, 1973). Possible deviation from a 1:1 sex ratio may reflect environmental conditions that influence sex determination (Pearse & Cameron, 1991). Booloottian (1960) suggested that pronounced temperature fluctuations may influence the sex differentiation. In terms of sex ratio, populations exist in a state of equilibrium that is affected by competition and resource (Ghiselin, 1987).

Among echinoderms there are species in which hermaphroditism is the normal sexual condition (Delavault, 1966). Nevertheless, most echinoids exhibit stable or only weakly labile gonochorism and hermaphrodites rarely occur. The frequency of occurrence of hermaphrodites is usually very low; apparently fewer than one or two per thousand (Lawrence, 1987; Pearse & Cameron, 1991). Many types of echinoid hermaphrodites have been reported. Of the 5 gonads, 1 to 4 gonads may be of one sex with the other gonad or gonads all of the opposite sex. Alternatively, one or more of the gonads may be male-female mixtures (ovotestes). When most of the gonads are ovaries (or ovarian tissue in the ovotestes), the animal is said to be a «female hermaphrodite»; when testes or testicular tissues predominate the animal is known as a «male hermaphrodite» (see review Pearse & Cameron, 1991).

In the majority of invertebrates sexuality is genetically determined. In spite of the absence of experimental proof (Delavault, 1966), the observed presence of sexual chromosomes in certain sea urchins (Harvey, 1956, Lipani *et al.*, 1996) lends unquestionable support to this concept. Labile gonochorism may be interpreted to mean that the genetic basis of sex determination is a mechanism involving multiple autosomal sex genes (Bacci, 1965). In some cases, environmental factors may be important (Gonor, 1973). Life history traits are phenotypes dictated by complex interactions between genotype and the environment (**genotype x environment (G x E) interaction-effect**). The conditions that cause hermaphrodites are not known. Adverse environmental conditions during early juvenile stages may be involved, as suggested by Pearse & Cameron (1991). Thus, deviations from 1:1 and rare cases of hermaphrodites may provide information on biotic or abiotic factors affecting sex determination.

At high densities occurring in Canary Islands (Aguilera *et al.*, 1994; Brito *et al.*, 2004; Tuya *et al.*, 2004a, b), effects of the grazing activity of sea urchins become intense and food becomes limiting, forming «barren ground areas» dominated by the echinoid and crustose coralline algae. When sea urchins are in low abundance, algal beds flourish in the rocky subtidal zone. As sea urchins increase in number, they begin to aggregate along the edge of algal beds forming a destructive grazing «front» (Whartog & Mann, 1981) or «fringe» (Byrne *et al.*, 1998). Therefore, the different habitat in which *Diadema* occurs in the Canary Islands is an interesting framework to test sex ratio variation between different food availability regions and population density situations.

METHODS

Over the course of one year, eight individuals of *D. antillarum* were collected each month from each of two contrasting habitats (described below) in two localities (Abades: 28°08'26''N/16°26'04''W and Boca Cangrejo: 28°24'22''N/16°18'52''W). As *D. antillarum* does not exhibit any sexual dimorphism, sex was determined by microscopical examination of histological slides of the gonads. Urchins were dissected and one gonad was preserved in Bouin's fixative for histology. A portion of the preserved gonads were rinsed, dehydrated, embedded in paraplast (MERKS) and sectioned into 7 mm sections. Sections were stained with haematoxylin and eosin (H/E). The sex ratio of urchins collected from both habitats was examined by chi-square test (χ^2) to determine if it deviated from 1:1 (Lessios, 1979; King *et al.*, 1994). To adjust significance levels for multiple tests, we used the standard Bonferroni technique (Miller, 1980) and therefore the significance level was lowered.

Barren ground areas are dominated by encrusting coralline algae with scattered patches of filamentous algae and microalgae (mainly *Blennothrix lynbyacea* (Kützing ex Gomont) Anagnostidis and Komárek, *Lyngbya lutea* (C. Agardh) Areschoug, *Ceramium* sp. and *Pseudochlorodesmis furcellata* (Zanardini) Boergesen. Other species such as *Padina pavonica* (Linnaeus) Thivy, *Dictyota dichotoma* (Hudson) J.V. Lamouroux, *D. pfaffii* (Schnetter) and *Lobophora variegata* (J.V. Lamouroux) Womersley ex E.C. Oliveira are present in crevices.

The fringe areas consisted of a dense bed of *Dictyota* sp., including *D. dichotoma*, *D. liturata* J. Agardh, *D. pfaffii*, and also *Asparagopsis taxiformis* (Delile) Trevisan de Saint-León. There was up to 75 % cover of erect algae in the fringe habitat. This band was generally located shallower in the subtidal with an algal community dominated by *Lobophora variegata* and *Stypocaulon scoparium* (Linnaeus) Kützing, and occasionally mixed with *Padina pavonica*. In the Canary Islands, urchin populations at barrens had higher density ($9.44 \text{ m}^{-2} \pm 0.43$, $n = 100$) than those at fringe ($3.62 \text{ m}^{-2} \pm 1.52$, $n = 100$) (unpublished data). Sea urchins from barrens were smaller (mean test diameter \pm standard deviation: $36.88 \text{ mm} \pm 11.05$, $n = 360$) than those from fringe (mean test diameter: $63.83 \text{ mm} \pm 11.98$, $n = 360$) (unpublished data).

RESULTS

One «male hermaphrodite» (Pearse & Cameron, 1991) of *Diadema antillarum* ($n=375$) was found at Abades in the barren habitat; the gonad was mosaic and predominantly male with one entire mature female acinus (Fig. 1). The status of the remaining four gonads of this hermaphrodite is unknown. No hermaphrodites were found in the rest of study. The frequency of hermaphroditism was 0.0035% in barrens ($n=188$) and zero in fringe habitats ($n=187$).

Not significant skewed sex ratio was found in the studied months and habitats and neither for pooled habitat data (Table I). In some cases, an excess of females was discernible for *D. antillarum*, but values were not significant. Sex ratios of *D. antillarum* did not deviate significantly from 1:1 in barren ($\chi^2 = 16.450$, $p < 0.124$, $n = 284$) or in fringe populations ($\chi^2 = 17.628$, $p < 0.090$, $n = 288$).

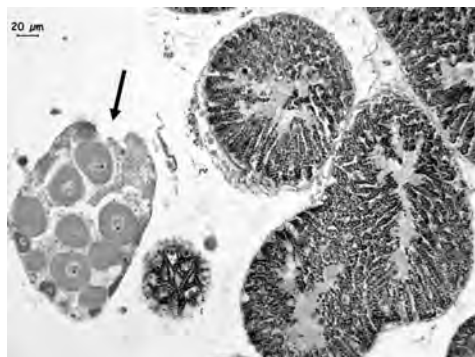


Fig. 1. «Male hermaphrodite» from Abades barren ground. (arrow = mature female acinus).

DISCUSSION

The only record of hermaphroditic individuals of *Diadema antillarum* is in Caribbean populations found by Bak *et al.* (1984). Analyzing gonad smears, they found the gonads of 2 individuals to be packed with blastulae. It was attributed to parthenogenesis results. However, Pearse & Cameron (1991) suggested that blastulae could have resulted from self fertilization within aberrant hermaphroditic gonads. In this way, we have found a mature hermaphroditic specimen that probably can self-fertilize as reported for

other echinoid species. Boolootian & Moore (1956) described a hermaphroditic *Strongylocentrotus purpuratus* that produced normal plutei from self-fertilized gametes. But it is important to keep in mind that the presence of blastulae may be due to contamination in the smear procedure (Boolootian & Moore 1956).

In the Caribbean, the two strange specimens found by Bak *et al.* (1984) occurred after a mass mortality event during 1982-1984, under extremely low population densities and the authors suggested it was a consequent of this mass mortality. On the other hand, our hermaphroditic case appeared under extremely high density populations in a barren ground. The lack of more cases of hermaphroditism in our study makes it difficult to attribute the occurrence of hermaphroditism to environmentally stressful situations that may affect *Diadema* populations.

Concurring with our results, King *et al.* 1994 found three hermaphroditic Diadematis (n=327) (*Centrostephanus rodgersii*) in barren ground habitats off the central coast of New South Wales. On the other hand, Meidel & Scheibling (1998)

Table I. Pooled number of females and males in monthly samples of *Diadema antillarum* in each habitat and chi-square tests. (NS = not significant).

Month	Barren grounds				Fringe			
	♀	♂	χ^2	Sig.	♀	♂	χ^2	Sig.
Jun-04	9	7	0.571	NS	11	5	7.200	NS
Jul-04	6	10	1.600	NS	8	8	0	NS
Aug-04	7	9	0.444	NS	8	8	0	NS
Sep-04	6	9	1	NS	8	8	0	NS
Oct-04	9	7	0.571	NS	8	8	0	NS
Nov-04	10	6	2.666	NS	9	6	1.500	NS
Dec-04	9	6	1.500	NS	10	5	5	NS
Jan-05	10	6	2.660	NS	9	7	0.570	NS
Feb-05	9	6	1.500	NS	9	7	0.570	NS
Mar-05	5	11	3.273	NS	5	10	2.500	NS
Apr-05	9	7	0.571	NS	8	7	0.140	NS
May-05	7	8	0.125	NS	8	7	0.140	NS
Total habitat	96	92	16.490	NS	101	86	17.628	NS

found three hermaphrodites (n=1968) one from each of the following studied habitat: kelp bed; grazing front; and barren ground. Therefore, hermaphroditism does not seem to be related to any of these types of habitats alone.

Booolotian (1960) found a number of hermaphrodites of *S. droebachiensis* in areas where seasonal temperature fluctuations were extreme. He never found hermaphrodites of this species in warm or cold waters exhibiting a normal temperature range. Moore *et al.* (1963a, b) reported that the occurrence of hermaphrodites in populations of both *Lytechinus variegatus* and *Tripneustes ventricosus* was due to the unusually cold winter of 1957-58, as they were unable to find this condition in other years. These authors did not include habitat descriptions, but they suggested that stressful environmental factors did facilitate occurrence of hermaphroditic cases. In view of our results we hypothesize that there may be a small percentage of hermaphrodites, all the same, which occur irrelevant of habitat condition, population density or environmental factors. In view of the rarity of the phenomenon, the total number of individuals of a species examined is an important factor (Booolotian & Moore, 1956).

In our populations of *D. antillarum* the sex ratio did not deviate significantly from 1:1. The same result was obtained by King *et al.* (1994) in two barren grounds of New South Wales (Sydney, Australia) and by Meidel & Scheibling (1998) in two barren grounds at Little Duck Island and Mill Cove of Nova Scotia (Canada). But unequal sex ratios are not rare in echinoids (see review Lawrence, 1987). They may be due to differences in growth or mortality between sexes (McPherson, 1965). Another explanation proposed by Bernards (1977) for sex-biased samples, may be linked to the tendency for sexual aggregations which can be different between habitats. Also, it may be realistic to assume that the greater availability of food will change the ratio margin one way to another, animals may utilize the same amount of food irrespective of its cost. Greater female frequency may be coupled with larger size of well fed urchins. In this sense, it is obvious to think that better food-conditions typical of fringe habitats encourage higher female numbers, as reported before by Lessios (1979) in *D. antillarum*, Gladfelter (1978) in *Cassidulus caribbearum* and McPherson (1965) in the larger size classes of *Tripneustes ventricosus*. But our results do not show any evidence of the influence of habitat characteristics, or size and density of population in the occurrence of hermaphroditism cases and skewed sex ratios. More information and precise records with publication are needed to give a basis for assessing possible causative factors of the occurrence of hermaphroditism.

ACKNOWLEDGEMENTS

We are indebted to Dr. H.A. Lessios, who improved the original draft. Many thanks to J. Manning for the translation labour. To V. Chang-Yau Smithsonian Tropical Research Library director for her unconditional assistance. This research was supported by F.P.U. fellowship of the Ministerio de Educación y Ciencia del Gobierno Español.

REFERENCES

- AGUILERA, F., A. BRITO, C. CASTILLA, A. DÍAZ, J.M. FERNÁNDEZ-PALACIOS, A. RODRÍGUEZ, F. SABATÉ & J. SÁNCHEZ (1994). *Canarias, economía, ecología y medio ambiente*. La Laguna, Islas Canarias: Francisco Lemus, 361 pp.
- BAK, R.P.M., M.J.E. CARPAY, E.D. RUYTER van STEVENINCK (1984). Densities of the sea urchin *Diadema antillarum* before and after mass mortalities on the coral reefs of Curaçao. *Marine Ecology Progress Series* 17: 105-108.
- BACCI, G. (1954). Alcuni casi di inversione sessuale nei ricci di mare. *Bolletino di Zoologia* 21: 45-49.
- BERNARD, F.R. (1977). Fisheries and reproductive cycle of the red sea urchin, *Strongylocentrotus franciscanus*, in British Columbia. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 34: 604-610.
- BOOLOTIAN, R.A. (1960). Reproductive Physiology. In *Physiology of echinodermata* (ed. R.A. Boolotian), pp. 561-614. New York: Interscience publishers.
- BOOLOTIAN, R.A. & A.R. MOORE (1956). Hermaphroditism in echinoids. *Biological Bulletin* 111: 328-335.
- BRITO, A., J.C. HERNÁNDEZ, J.M. FALCÓN, N. GARCÍA, G. GONZÁLEZ-LORENZO, M.C. GIL-RODRÍGUEZ, A. CRUZ-REYES, G. HERRERA, A. SANCHO, S. CLEMENTE, E. CUBERO, D. GIRARD & J. BARQUÍN (2004). El Erizo de lima (*Diadema antillarum*) una especie clave en los fondos rocosos litorales de Canarias. *Makaronesia* 6: 68-86.
- BYRNE, M., N.L. ANDREW, D.G. WORTHINGTON & P.A. BRETT (1998). Reproduction in the diadematoïd sea urchin *Centrostephanus rodgersii* in contrasting habitats along the coast of New South Wales, Australia. *Marine Biology* 132: 305-318.
- DELAVALT, R. (1966). Determining of sex. In *Physiology of echinodermata* (ed. R.A. Boolotian), pp. 615-638. New York: Interscience publishers.
- DIX, T.G. (1977). Reproduction in Tasmanian populations of *Heliocidaris erythrogramma* (Echinodermata: Echinometridae). *Australian Journal of Marine and Freshwater Research* 28: 509-520.
- GHISELIN, M.T. (1987). Evolutionary aspects of marine invertebrate reproduction. In *Reproduction of Marine Invertebrates* Vol. IX *General aspect: seeking unity in diversity* (ed. A.C. Giese, J.S. Pearse and V.B. Pearse), pp. 609-665. California: The Boxwood Press.
- GLADFELTER, W.B. (1978). General ecology of the cassiduloid urchin *Cassidulus caribbearum*. *Marine Biology* 47: 149-160.
- GONOR, J.J. (1973). Sex ratio and hermaphroditism in Oregon Intertidal populations of the echinoid *Strongylocentrotus purpuratus*. *Marine Biology* 19: 278-280.
- HARVEY, E.B. (1956). Sex in sea urchins. *Pubblcazioni della Stazione Zoologica di Napoli* 28: 127-135.
- KING, C.K., O. HOEGH-GULDBERG & M. BYRNE (1994). Reproductive cycle of *Centrostephanus rodgersii* (Echinoidea), with recommendations for the establishment of a sea urchin fishery in New South Wales. *Marine Biology* 120: 95-106.

- LAWRENCE, J.M. (1987). *A functional biology of echinoderms*. Baltimore: J Hopkins University Press. 331 pp.
- LESSIOS, H.A. (1979). Molecular, morphological and ecological divergence of shallow water sea urchins separated by Isthmus of Panama. PhD thesis, Yale University, New Haven, USA. 300pp.
- LIPANI, C., R. VITTURI, G. SCONZO & G. BARBATA (1996). Karyotype analysis of the sea urchin *Paracentrotus lividus* (Echinodermata): evidence for a heteromorphic chromosome sex mechanism. *Marine Biology* 127: 67-72.
- McPHERSON, B.F. (1965). Contribution to the biology of the sea urchin *Tripneustes ventricosus*. *Bulletin of Marine Science* 15: 228-244.
- MEIDEL, S.K. & R.E. SCHEIBLING (1998). Annual reproductive cycles of the green sea urchin, *Strongylocentrotus droebachiensis*, in differing habitats in Nova Scotia, Canada. *Marine Biology* 131: 461-478.
- MILLER, R.G. (1980). *Simultaneous statistical inference*. New York: Springer Verlag.
- MOORE, H.B., T. JUTARE, J.C. BAUER & J.A. JONES (1963a). A comparison of *Echinus esculetus* in different habitats. Part 3. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 21: 711-720.
- MOORE, H.B., T. JUTARE, J.A. JONES, B.F. MCPHERSON & C.F.E. ROPER (1963b). A contribution to the biology of *Tripneustes esculetus*. *Bulletin of Marine Science Gulf and Caribbean* 13: 267-281.
- PEARSE, J.S. (1968). Patterns of reproductive periodicities in four species of Indo-Pacific echinoderms. *Proceeding of Indian Academy of Science* 68: 247-279.
- PEARSE, J.S. & B.F. PHILLIPS (1968). Continuous reproduction in the Indo-Pacific sea urchin *Echinometra mathaei* at Rottneest Island, Western Australia. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research* 19: 161-172.
- PEARSE, J.S. (1969). Reproductive periodicities of Indo-Pacific invertebrates in the Gulf of Suez III. The echinoid *Echinometra mathaei* (De Blainville). *Bulletin of Marine Science* 19: 580-613.
- PEARSE, J.S. & R.A. CAMERON (1991). Echinodermata: Echinoidea. In *Reproduction of Marine Invertebrates* Vol. VI *Echinoderms and Lophophorates* (ed. A.C. Giese, J.S. Pearse and V.B. Pearse), pp. 513-662, California: The Boxwood Press.
- TUYA, F., A. BOYRA, P. SÁNCHEZ-JEREZ, C. BARBERA, & R.J. HAROUN (2004a). Can one species determine the structure of the benthic community on a temperate rocky reef? The case of the long-spined sea-urchin *Diadema antillarum* (Echinodermata: Echinoidea) in the eastern Atlantic. *Hydrobiologia* 519: 211-214.
- TUYA, F., A. BOYRA, P. SÁNCHEZ-JEREZ, C. BARBERA & R.J. HAROUN (2004b). Relationships between rocky-reef fish assemblages, the sea urchin *Diadema antillarum* and macroalgae throughout the Canarian Archipelago. *Marine Ecology Progress Series* 278: 157-169.
- WHARTOG, W.G. & K.M. MANN (1981). Relationship between destructive grazing by the sea urchin, *Strongylocentrotus droebachiensis*, and the abundance of American lobster, *Homarus americanus*, on the Atlantic coast of Nova Scotia. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* 38: 1339-1349.

VIERAEA	Vol. 35	163-168	Santa Cruz de Tenerife, octubre 2007	ISSN 0210-945X
---------	---------	---------	--------------------------------------	----------------

Additions in relation to Gerardiidae from the Macaronesian waters and the Mediterranean Sea (Anthozoa: Zoantharia)

OSCAR OCAÑA*, ALBERTO BRITO**, GUSTAVO GONZÁLEZ**
& ROGELIO HERRERA***

*Departamento de Oceanografía biológica y Biodiversidad, Fundación Museo del Mar, Muelle Cañonero Dato s.n, 51001, Ceuta, North Africa, Spain. lebruni@telefonica.net

**Grupo de Investigación en Biodiversidad, Ecología Marina y Conservación (BIOECOMAC), Departamento de Biología Animal, Facultad de Biología, Universidad de La Laguna, C/ Astrofísico Francisco Sánchez s.n., 38206 La Laguna, Tenerife, islas Canarias. abrito@ull.es y jggolo@ull.es

***Servicio de Ordenación Territorial, Consejería de Medio Ambiente y Ordenación Territorial, Gobierno de Canarias, Profesor Agustín Millares Carló, nº 18, Edificio de Usos Múltiples II, 35003, Las Palmas de Gran Canaria. rogelioherrera@telefonica.com

Ocaña, O., A. Brito, G. González & R. Herrera (2007). Nuevos datos sobre la familia Gerardiidae (Anthozoa: Zoantharia) en aguas macaronésicas y en el Mediterráneo. *VIERAEA* 35: 163-168.

RESUMEN: Estudios llevados a cabo con nuevo material de Canarias confirman la presencia de la especie *Gerardia* (= *Savalia*) *savaglia* (Anthozoa: Zoantharia) en aguas de la Macaronesia. En Canarias esta especie es capaz de formar poblaciones integradas por numerosas colonias que generan su propio esqueleto. La confirmación de la presencia de *Gerardia* (= *Savalia*) *savaglia* y *Gerardia* (= *Savalia*) *macaronesica* resuelve la confusión taxonómica que estas especies de zoantídeos parásitos había suscitado en el área. El reconocimiento de la presencia de la especie *Gerardia* (= *Savalia*) *savaglia* se basó en caracteres morfológicos y de cnidoma, demostrando la fiabilidad de estos descriptores a la hora de identificar zoantídeos.

Palabras claves: Nueva cita, Macaronesia, zoantídeo parásito, Gerardiidae, cnidoma.

ABSTRACT: Studies focused on new material collected in Canary Islands find out the presence of the species *Gerardia* (= *Savalia*) *savaglia* (Anthozoa: Zoantharia) in Macaronesian waters. This species is able to form populations

of numerous colonies growing from its own skeleton. The presence of both species *Gerardia* (*Savalia*) *savaglia* and *Gerardia* (= *Savalia*) *macaronesica* (see Ocaña & Brito, 2004) in Macaronesian waters putting an end to the confusion regarding the parasitic species able to generate their own horny skeleton. We recognize *Gerardia* (= *Savalia*) *savaglia* on the base of the morphology and the cnidome proving that these characters are useful tools to distinguish species of zoantharia.

Key words: New record, Macaronesian waters, parasitic zoanthids, Gerardiidae, cnidome.

INTRODUCTION

In 2004 we published a paper with the revision of the zoantharia species able to parasitize on gorgonians and antipatharians in Mediterranean and Macaronesian waters (Ocaña y Brito, 2004). Basically, we made this paper following to Roche & Tixier-Durivault (1951) and their approach on the importance of the axial skeleton character. We described the new species, *Gerardia macaronesica* Ocaña & Brito (2004), distributed along the Macaronesian Archipelagos, Cabo Verde Islands and the Gulf of Guinean (Principe). Ocaña & Brito (2004) described two ecological forms of *Gerardia macaronesica*, one growing parasitic on antipatharians and the other growing from its own horny skeleton. Because the scarce and not well fixed material of the second ecological form, we can not study deeply it.

The recent study of new material of the second ecological form that is able to grow from its own horny skeleton find out the presence of two different species of Gerardiidae in the Canaries. These are *Gerardia macaronesica* and *Gerardia savaglia* (Bertoloni, 1819), the last one is well known from the Mediterranean.

These results have allowed to clarify some disorder derived from recent molecular studies by Sinniger *et al.* (2005).

MATERIAL AND METHODS

We study the material following the same methods using in other papers (see Ocaña & Brito, 2004). The new materials of the species *Gerardia savaglia* collected and studied by us come from Gran Canaria (El Cabrón, Arinaga, Gran Canaria, 15-09-2007, 30 meters, small portion of a branch from a big colony, O. Ocaña y R. Herrera leg.), Lanzarote (Montaña Clara, Lanzarote, 23-07-2005, 40 meters, 1 colony, Gustavo González leg.) and Tenerife (Puerto de la Cruz, Tenerife, 10-08-2006, 35 meters, small portion of a branch from a big colony, O. Ocaña leg.).

RESULTS AND DISCUSSION

The characters studied on the polyps of the new material collected from Canary Islands fit very well with the description of *G. savaglia* from the Mediterranean. The

number of tentacles (25, 27, 28) and the characteristic cnidome with the special rounded spirulae and the conspicuous penicilli E distributed only in the body wall. Furthermore, this new material assigned to the species *Gerardia savaglia* present an extraordinary development as well as happen to this species in the Mediterranean (O. Ocaña obs. pers.).

In Ocaña & Brito (2004) we made a mistake recognizing two ecological forms instead of differentiating two different species of the genus *Gerardia* from the Macaronesian waters. These two species are *Gerardia macaronesica* and *Gerardia savaglia*. At the time we made the papers (see Ocaña & Brito, 2004; Brito & Ocaña, 2004) we overlooked the material of the big colonies growing with their own skeleton from Gran Canaria. These big colonies do not correspond with *G. macaronesica* but with *G. savaglia* and the material of this last species was very scarce at that time (exclusively the material from Punta de la Sal, El Cabrón, Gran Canaria). The analyzed colonies of *G. macaronesica* were growing mainly on *Antipathella wollastoni*, and some others occurred directly on the rocky bottoms or vertical walls, with scarce skeleton development. After checking new material (not included in Ocaña & Brito, 2004 and Brito & Ocaña, 2004), collected in the Canaries, corresponding to big colonies growing on its own skeleton, we conclude that all these new material belong to the species *G. savaglia*.

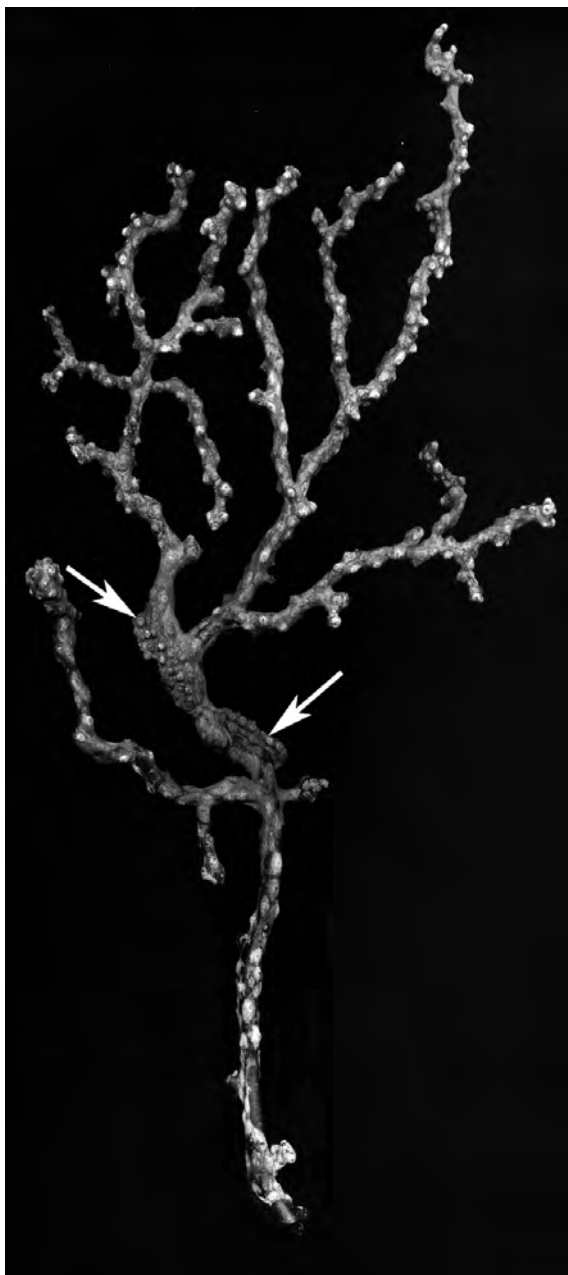


Figure 1. Colony of *G. savaglia* growing on its own skeleton from Montaña Clara Island showing the mark of the parasite *Laura gerardiae*.

All the material referred in the paper (see Ocaña & Brito, 2004) should be assigned to the species *G. macaronesica*, with the exception of the colony collected in Punta de la Sal, El Cabrón, Gran Canaria, which is *G. savaglia*. The colour images included in Ocaña & Brito (2004) should be considered all of them referred to *G. macaronesica*, with the exception of the next Figures: 5a and e; 8 and 10, which correspond to *G. savaglia*. The images included in Brito & Ocaña (2004) belong to the species *G. savaglia* (Figures: 152, 136, 121, 75, 54 and Lámina 67a,b, c).

In the three spots (mentioned in Material and Methods) the species *G. savaglia* occurs and is able to form important populations of big colonies. In fact, these kinds of ecological features (with numerous big colonies) are exclusively known from the Macaronesian waters (see Brito & Ocaña, 2004, Fig., 136). Meanwhile, in the Mediterranean Sea *G. savaglia* has been well known since the past although big populations have not recorded.

We recognize the species *G. savaglia* following the morphological classification focused on the cnidome characters as we have already stated (see Ocaña & Brito, 2004). However, we studied other additional characters, as the basal plate or the number of tentacles, typical from the *G. savaglia* way of growing. From the ecological point of view, we also notice the typical marks of the parasitic ascothoracic crustacean *Laura gerardiae* studied by Lacaze-Duthiers (1882) (see fig. 1).

The status of the material recorded from Madeira (see Johnson, 1899) is still uncertain. Nevertheless, Johnson's description fits very well the characters of the horny axis developed by *Gerardia savaglia*, «to be minutely wrinkled and finely punctured», and indeed without spines or similar features. Also, it is confirmed, along his paper, the presence of 24 tentacles in the polyps studied, a fine character known from *G. savaglia*. Possibly, the species is present in Madeira and also is extended to Azores and further north, so it would be desirable new collecting efforts. We also collected material of *G. savaglia* from Asilah (Morocco), confirming the presence of this species in the Atlantic coast of Morocco.

Our present work tries to help in the understanding of the particular taxonomical problem of parasitic zoanthids from the Macaronesian waters. It confirms the genetic data of Sinniger *et al.*, (2005) in the case of *Gerardia* (=Savalia) genus. The genetic contributions (see Sinniger *et al.*, 2005) assume the identical genetic sequences between the material of *Gerardia* (=Savalia) *savaglia* from the Mediterranean Sea and the material of *Gerardia* (=Savalia) *macaronesica* from Canary Islands. This genetic similarity is very much consistent with what we argued in our present paper on the base of morphological characters. Following our paper (see Ocaña & Brito, 2004), the material tested by Sinniger *et al.* (2005) (coming from a big colony collected in el Cabrón, Gran Canaria, Peter Wirtz, com. pers.) was referred under the name of *Savaglia* (=Gerardia) *macaronesica*, and it is now recognized as *Gerardia savaglia* from Macaronesian waters.

From the point of view of its distribution, Brito & Ocaña (2004) extended the distribution of *G. macaronesica* to the Principe Island, in the Guinea Gulf, referring also its capability of growing on hydrozoans. However, Sinniger *et al.*, (2005) make a genetic study on samples from Cape Verde and Principe including in the Bayesian tree as Cape Verde zoantharian and Principe zoantharian. Due to all this confusion about the parasitic zoantharia in the Macaronesian waters, this genetic study assume the material before referred (from Cape Verde and Principe) is a new genus and species but did not recognized them as *Gerardia* (=Savalia) *macaronesica*. Although the type specimens of *Gerardia*

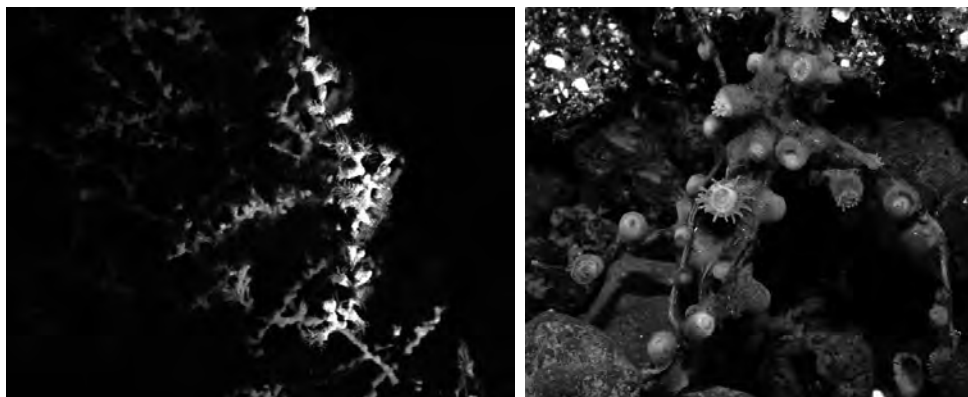


Figure 2. Colonies of *G. macaronesica* from Canary Islands developing a thin horny skeleton.

(=*Savalia*) *macaronesica* came from Cape Verde Archipelago. In fact, the material of Sinniger *et al.* (2005) from Cape Verde and Principe Island should be merged to *Gerardia* (= *Savalia*) *macaronesica*.

The confirmed existence of two Gerardiidae (parasitic zoanthids able to generate horny skeleton) in the Atlantic waters is consistent with the argument that both, *G. macaronesica* and *G. savaglia*, may be Guinean species that could have reached the Macaronesian archipelagos and the Mediterranean Sea respectively (see Ocaña & Brito, 2004).

From the point of view of the morphology, *G. macaronesica* is well defined by its quite different cnidome in Ocaña & Brito (2004). The cnidome and the others morphological features that we find out for *G. macaronesica* are also consistent with the genetic differences found by Sinniger *et al.* (2005) for the material from Guinea and Cape Verde. That proves that the morphology and the cnidome are useful tools to distinguish species of zoantharia *sensu lato*. On the other hand, Sinniger *et al.*, (2005) did not find secreted axis in their material from Cape Verde and Principe. As we pointed out (see Ocaña & Brito, 2004) *G. macaronesica* develop horny skeleton. Although the horny skeleton present a modest inconspicuous development when the species is growing on vertical walls or on rocky platforms, but it is conspicuous in the marginal zones where the antipatharians do not offer skeleton to the zoanthids (see fig., 2; see Ocaña *et al.*, 1995, fig. 4b).

Meanwhile, the proposal of a new genus based on genetic characters should be considered (see Sinniger *et al.*, 2005). The species *G. macaronesica* present a quite different cnidome in terms of categories and this fact supports the hypothesis of the new genus. The recent found of *Gerardia* (= *Savalia*) genus in the Indopacific (Ocaña *et al.*, in prep.) may eventually also support the existence of a different genera with horny axis among zoantharia. Following Carlgren's conception of the zoantharia systematic (see Carlgren, 1895), Sinniger *et al.* (2005) do not consider the Gerardiidae family for taxonomical purposes, being merged into the Parazoanthidae family. Their Bayesian tree of the molecular characters showed a complex Parazoanthidae family with different lineages. The relation between them and between the *Gerardia* (= *Savalia*) within the *Parazoanthus* genus have not been well established, and this fact does not allow to reject or accept the existence of the monophyletic groups.

For practical reasons, all the zoantharia with horny skeleton (more or less developed) should be merged into separate taxonomical units. For the time being, we think that the family Gerardiidae should be maintained, although perhaps in the future other taxonomical partition may be more appropriate.

Morphological point of view do not has to be coincident to genetic perspective and what we consider a single taxonomical species could be a different genetic species. Meanwhile, both perspectives should be considered in order to understand better the systematic and the evolution of any group of species.

ACKNOWLEDGEMENTS

The communications with Helumt Zibrowius and also with Frederic Sinniger were useful to resolve this taxonomical confusion. We thank to Annie Machordom from the Museo Nacional de Ciencias Naturales her useful advice regarding the genetic characters. Thanks are due to Francisca Serrais who revised the English language.

REFERENCES

- BRITO A. & O. OCAÑA (2004). *Corales de las islas Canarias*.- La Laguna: Francisco Lemus Editor, 477 pp.
- CARLGREN O. (1895). Ueber die Gattung Gerardia Lac.-Duth. Ofvers.- *K. Vetensk. Akad. Forhandl.* 5: 319-334.
- JOHNSON, J. Y. (1899). Notes on the Antipatharian corals of Madeira, with description of a new species and new variety with remarks on a specimen from the West Indies in the British Museum.- *Proc. Zool. Soc. London* 1899, part. 4:813-824.
- LACAZE-DUTHIERS, H. (1882). Histoire de la *Laura gerardiae*, type nouveau de crustacé parasite.- *Mém. Acad. Sci. Inst. France* 42: 1-160.
- OCAÑA O. & A. BRITO (2004). A review of Gerardiidae (Anthozoa: Zoantharia) from the Macaronesian Islands and the Mediterranean Sea with the description of a new species.- *Rev. Acad. Canar. Cienc.* 15 (3-4): 159-189.
- OCAÑA O., A. BRITO, J. NUÑEZ Y J. J. BACALLADO (1995). Redescipción de *Gerardia savaglia* (Bertoloni, 1819) (Anthozoa: Zoantharia: Gerardiidae).- *Vieraea* 24: 153-164.
- ROCHE, J. & A. TIXIER-DURIVAUT (1951). Rapports des Gerardiides avec les Zoanthides et les Antipathaires.- *Bull. Mus. Hist. nat., Paris* (Sér. 2) 23 (4):402-409.
- SINNIGER, F, J.I.MONTOYA-BURGOS, P. CHEVALDONNÉ & J. PAWLOSKI (2005). Phylogeny of the order zoantharia (Anthozoa, Hexacorallia) based on the mitochondrial ribosomal genes.- *Marine Biology* 147:1121-1128.