

# Sobre la presencia del alga *Caulerpa taxifolia* (Vahl) C. Agardh (Caulerpales, Chlorophyta) en aguas costeras de Mallorca

Sebastià POU, Enric BALLESTEROS, Olga DELGADO, Antoni M<sup>a</sup> GRAU, Francesc RIERA y Boris WEITZMANN

SHNB



SOCIETAT D'HISTÒRIA  
NATURAL DE LES BALEARS

Pou S., Ballesteros E., Delgado O., Grau A.M<sup>a</sup>., Riera F. y Weitzmann B. 1993. Sobre la presencia del alga *Caulerpa taxifolia* (Vahl) C. Agardh (Caulerpales, Chlorophyta) en Mallorca. *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears*, 36:83-90. ISSN 0212-260X. Palma de Mallorca

Se da a conocer la presencia del alga invasora *Caulerpa taxifolia* en Cala d'Or (Mallorca). La superficie afectada por el alga suponía unas 2 Ha., aunque a causa de su distribución en pequeñas manchas, el área ocupada por *Caulerpa taxifolia* no excedía los 200 m<sup>2</sup>. La edad de colonización se ha evaluado en 2 o 3 años, suponiendo un ritmo de crecimiento similar al detectado en las costas francesas. La densidad máxima observada ha sido de 4730 frondes/m<sup>2</sup> con una biomasa de 3,2kg p.f. m<sup>2</sup>. *Caulerpa taxifolia* coloniza con una máxima facilidad la mata muerta de *Posidonia*, mientras que la colonización de la pradera de *Posidonia* o el arenal es más dificultosa. Se han observado talos en la fase inicial de la gametogénesis (7 octubre), aunque no se han hallado gametos libres ni signos de que la reproducción sexual haya ocurrido realmente.

**Palabras clave.** *Caulerpa taxifolia*, Mediterráneo, especies introducidas.

PRESENCE OF THE GREEN ALGA *Caulerpa taxifolia*, (Vahl) C. Agardh (CAULERPALES) IN MAJORCA ISLAND (WESTERN MEDITERRANEAN). The presence of the invader alga *Caulerpa taxifolia* has been detected in Cala d'Or (Majorca, Western Mediterranean). The surface affected by the alga attained 2 Ha, although, due to its patchy distribution, the area which was really occupied by *Caulerpa* amounted just 200m<sup>2</sup>. The initial colonization may go back to 2 or 3 years ago, if growth rate has been similar to the one previously found in the *Caulerpa taxifolia* populations from the French coasts. The highest density amounted to 4730 thalli per square meter and a biomass of 3.2kg fw m<sup>2</sup>. *Caulerpa taxifolia* settled the best in dead rhizomes of *Posidonia oceanica*, while

the colonization of the healthy *Posidonia* meadow or sandy bottom was far more difficult. The new buds of *Caulerpa taxifolia* were very aggressive and the pulled up plants were easily spreaded out by storms or attached to vagil fauna. The initial stages of the gametogenesis were observed at early october, but no free gametes nor any sign of succesfull sexual reproduction was detected.

**Keywords.** *Caulerpa taxifolia*, Mediterranean, introduced species.

Sebastià POU. Govern Balear. Direcció General de Pesca i Cultius Marins, C. Foners, 10. 07006 Palma de Mallorca. España. Antoni M<sup>a</sup> GRAU y Francesc RIERA. Govern Balear. Direcció General de Pesca i Cultius Marins. Estació d'Aqüicultura. Av. Gabriel Roca, 69. 07158-Port d'Andratx, Mallorca. España. Enric BALLESTEROS, Olga DELGADO y Boris WEITZMANN. Centre d'Estudis Avançats de Blanes. CSIC. 17300. Blanes, Girona. España.

Recepció del manuscrit, 27-abr-93. Revisió acceptada, 08-set-93

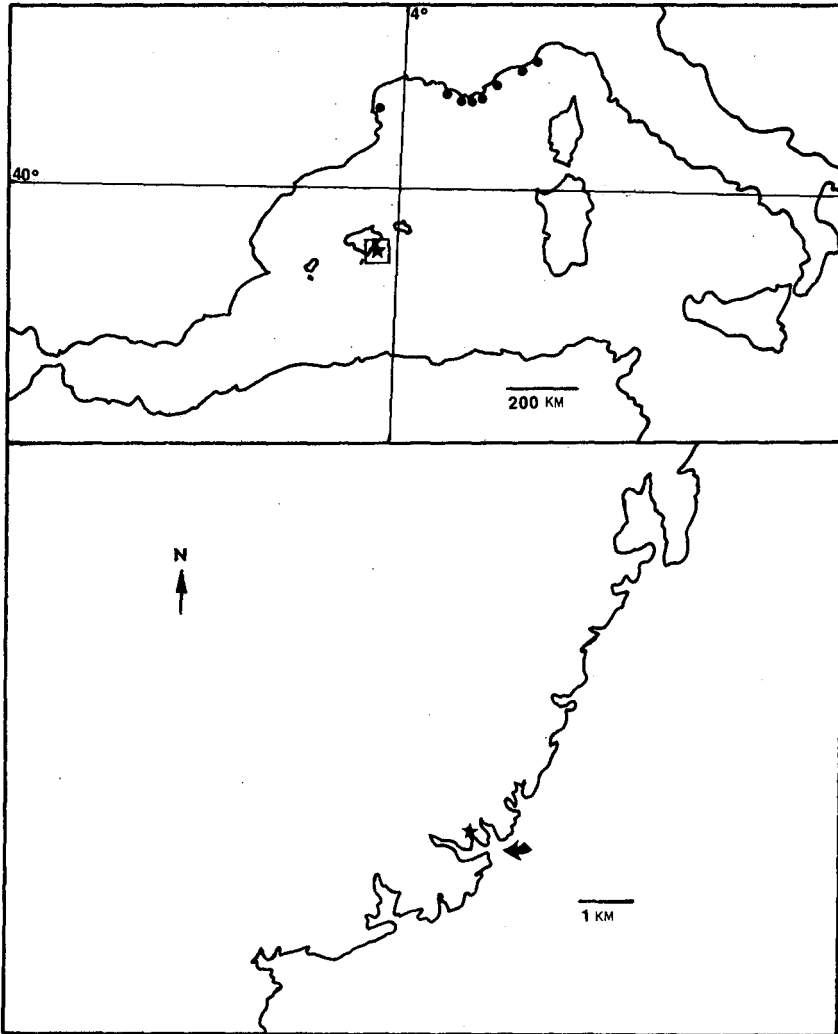
## Introducción

El día 20 de Septiembre de 1992, la Sra. Natalie Lafite, buceadora profesional, localizó en aguas de Cala Petita (Cala d'Or, Santanyí, Mallorca) y a una profundidad aproximada de -6m, colonias del alga *Caulerpa taxifolia*, comunicando su hallazgo a la *Conselleria d'Agricultura i Pesca de la Comunitat Autònoma de les Illes Balears*, la cual, una vez verificada oficialmente la presencia del alga, puso en marcha por vía de urgencia un plan de erradicación cuya actuación más inmediata consistió en una campaña de eliminación de las colonias detectadas.

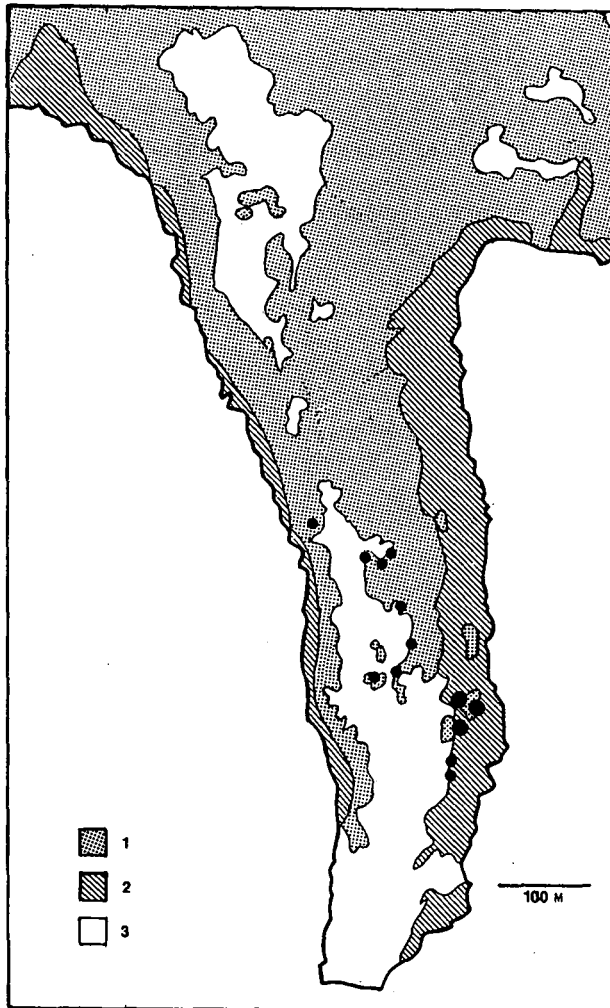
Esta primera campaña, en la que se contó con la infraestructura de la empresa DRAGOSUB, se prolongó durante 18 días y en ella se destruyeron, mediante extracción manual complementada ocasionalmente con una bomba de aspiración, la totalidad de las colonias y la inmensa mayoría de pies aislados. Pese a la urgencia con la que se llevó a cabo la campaña, paralelamente a los trabajos de erradicación se pudieron

realizar toda una serie de observaciones de interés naturalístico que constituyen el motivo de la presente nota.

*Caulerpa taxifolia* (Vahl) C. Agardh es una alga Clorofícea sifonal de distribución pantropical (Meinesz *et al.*, 1991; Boudouresque *et al.*, 1992) que en sus localidades naturales tiene un porte discreto, con frondes de 2-15cm. (Sartoni 1978; Hasni *et al.* 1986; Boudouresque *et al.*, 1992 y Coppejans 1992) y normalmente aparece como pies aislados sin formar praderas densas. Su presencia en el mediterráneo se conoce desde 1984 (Meinesz y Hesse, 1991) en Mónaco, donde fue introducida involuntariamente, y desde entonces su progreso ha sido ininterrumpido: en 1987 se descubrió en la costa francesa, a 3 km de Mónaco, y a finales de 1991 habían aparecido nuevos puntos de colonización tanto hacia el este (Imperia, Italia, a 40 km) como hacia el oeste (costas de Var, entre 50 y 200 km, y Saint Cyprien, a 370 km) (Meinesz *et al.*, 1992) lo que nos da una idea de su gran capacidad colonizadora. Su localización en Mallorca constituye la implantación más



**Fig. 1.** Arriba: Mapa del Mediterráneo occidental y situación de las principales colonias de *C. taxifolia*. Círculos, colonias francesas e italianas (Meinesz *et al.*, 1992); Estrella, colonia de Cala d'Or. Abajo: Situación detallada de la colonia de Cala d'Or.  
*Above: Map of Western Mediterranean showing the location of the main colonies of Caulerpa taxifolia. Dots: French and Italian colonies (Meinesz et al., 1992); Star, Cala d'Or colony. Below: Detailed position of Cala d'Or colony.*



**Fig. 2.** Mapa de cala Petita de Cala d'Or. Situación de los principales asentamientos de *Caulerpa taxifolia* (círculos) y distribución de las comunidades bentónicas dominantes. 1) Pradera de *Posidonia oceanica*; 2) Poblamientos de algas fotófilas sobre roca y/o mata muerta de *Posidonia*; 3) Arena.

*Map of Cala Petita (Cala d'Or). Location of the main settlements of Caulerpa taxifolia (dots) and distribution of the dominant benthic communities. 1) Posidonia oceanica meadow; 2) photophilic algal communities over dead rhizomes of Posidonia and/or rocky beds; 3) Sand.*

alejada del foco original (580 km) conocida hasta la fecha.

## Material y métodos

Tras la localización del alga *Caulerpa taxifolia* en Cala d'Or, se procedió a una labor de erradicación exhaustiva por métodos manuales. Con esta finalidad se realizaron transectos de 3 metros de ancho, contiguos entre ellos y transversales a la línea de costa, que permitieron la identificación de las manchas de *Caulerpa taxifolia* y una cartografía aproximada de las comunidades bentónicas dominantes.

Se recolectaron tres muestras de 20x20 cm<sup>2</sup> en la mancha principal mediante el método de recolección total (Ballesteros 1986) y se determinaron la densidad de los frondes, la longitud de estolones por metro cuadrado y la biomasa total.

## Descripción de la zona

Cala Petita de Cala d'Or es una pequeña cala orientada al sureste (Fig. 1), con una longitud de 340 metros y una anchura máxima de 156, ocupando una superficie total de 31076 m<sup>2</sup>. Aunque los márgenes son abruptos, la pendiente general de la cala es suave, alcanzándose una profundida máxima de -12m en la bocana.

El fondo está cubierto por un mosaico de comunidades de fondo blando y duro, pero en su conjunto está dominado por una gran lengua de arena situada en una posición central, rodeada por una pradera de *Posidonia oceanica* (Fig. 2). Los márgenes, rocosos,

están poblados por comunidades de algas fotófilas infralitorales.

Es utilizadas como fondeadero ocasional en los meses estivales pero (pese a lo que cabría suponer por su orientación y su entorno urbano) no como refugio permanente dado que los temporales otoñales la baten completamente.

## Resultados y discusión

### a) Extensión y distribución

Las colonias detectadas estaban mayoritariamente implantadas en un área de 19950m<sup>2</sup>, correspondiente a los dos tercios interiores de la cala, y que a efectos de los trabajos de erradicación se consideró como área afectada, aunque la superficie recubierta era de una magnitud muy inferior. En el área afectada la distribución de las colonias era la siguiente: una gran mancha irregular con una superficie del orden de 50 m<sup>2</sup> y que se considera como el foco principal, 13 manchas de entre 1 y 8 m<sup>2</sup>, un centenar de colonias de tamaño inferior al metro cuadrado e innumerables fragmentos con diferentes grados de implantación en el sustrato.

Por el tamaño y número de las colonias, la profundidad a la que se encuentran (Meinesz *et al.*, 1992, señalan que siempre las primeras colonias aparecen a profundidades de entre 2 y 6m) y, si los datos que se poseen del sur de Francia fueran extrapolables a nuestras aguas, la antigüedad de la colonización se remontaría a dos-tres años atrás.

Las colonias no se presentan distribuidas de forma irregular sino que se

|                     | Muestra 1 | Muestra 2 | Muestra 3 |
|---------------------|-----------|-----------|-----------|
| Nº de frondes       | 4733      | 3422      | 4733      |
| Longitud rizoma (m) | 109.33    | 66.44     | 87.11     |
| Peso fresco (g)     | 3623.56   | 2677.78   | 2460.0    |
| Peso seco (g)       | 551.78    | 379.56    | 353.56    |

**Tabla 1.** Características del poblamiento de *Caulerpa taxifolia* sobre 1 m<sup>2</sup> en base a tres muestras de 400 cm<sup>2</sup> realizadas el 30 de Septiembre de 1992. En los tres casos, el recubrimiento era del 100% y el sustrato estaba constituido por mata muerta de *Posidonia oceanica*.

*Characteristics of Caulerpa taxifolia stands/m<sup>2</sup> from three determinations over 400 m<sup>2</sup> carried out on Cala Petita, 30 Septembre 1992. For the three determinations coverage by C. taxifolia was 100%, and the substrate was a mat of dead Posidonia oceanica.*

observan (ver fig. 2) sentidos preferentes, estando la situación de las colonias probablemente condicionada por el hidrodinamismo y la distribución de los lindes de *Posidonia*. Los temporales (Meinesz, 1992) pueden ser un factor importante de dispersión y, de hecho se encontraron 2 fragmentos de fronde fuera de la cala, a 10 y 14m de profundidad y a unos 120m de los focos más externos en cala, días después del temporal acaecido desde el 10 al 13 de octubre.

### **b) Características del desarrollo**

Al igual que lo observado en el sur de Francia (Bourdouesque *et al.*, 1992, Meinesz y Hesse, 1991) las plantas son mucho más robustas que las descritas en los mares tropicales, habiéndose medido frondes de hasta 45cm. La mayor densidad de poblamiento observada, correspondiente a la colonia más grande, ha sido de 4730 frondes/m<sup>2</sup> y de 109,3 m de estolón/m<sup>2</sup> y una biomasa de 3,21

kg peso fresco/m<sup>2</sup> (ver Tabla 1). Estos resultados son inferiores a los reportados por Meinesz y Hesse (1991) para las colonias implantadas en el sur de Francia (hasta 8225 frondes/m<sup>2</sup> y 244,25m de estolón/m<sup>2</sup>).

Asimismo, se ha de señalar que la planta presenta una morfología similar en todos los sustratos excepto en la pradera de *Posidonia*, donde, además del tipo habitual, aparecen otras morfologías de aspecto más delgado y/o de un color verde más oscuro. En la cala, se ha observado que *Caulerpa taxifolia* coloniza los cuatro tipos de sustrato existentes, pero de una forma desigual y con el siguiente orden de preferencia: 1) mata muerta de *Posidonia oceanica*, 2) roca con algas fotófilas, 3) pradera de *Posidonia* y 4) arena. Esta capacidad para colonizar sustratos muy variados ya ha sido destacada por otros autores (Meinesz y Hesse, 1991; Meinesz *et al.*, 1992); así mismo Meinesz *et al.* (1992) señalan que se desarrolla con mayor facilidad sobre rocas o sobre mata muerta.

### c) Capacidad de rebrote

Esta es muy importante, habiéndose comprobado que es capaz de rebrotar de fragmentos del estolón, de fragmentos de fronde (a partir tanto del raquis como de las pínulas), de los rizoides e incluso no descartamos la posibilidad (basándonos en las observaciones de laboratorio) de que pueda hacerlo a partir de los filamentos radiculares.

### d) Reproducción sexual

El día 7 de Octubre, el Dr. A. Meinesz encontró talos en fase de reproducción sexual, en los que se podía observar una redistribución del citoplasma, disponiéndose en un reticulado claramente visible a contraluz, y la aparición de dos hileras de pelos a lo largo de las frondes. La observación al microscopio óptico de estas frondes puso de manifiesto que se estaba iniciando la gametogénesis. Sin embargo, no se llegaron a observar gametos flagelados libres, por lo que no tenemos la certeza de que se completase el proceso.

La posibilidad de que se diera la reproducción sexual en el Mediterráneo ya fue señalada por Meinesz y Hesse (1991) como explicación del origen de ciertas colonias del sur de Francia. Posteriormente esta posibilidad ha sido parcialmente confirmada por Meinesz (1992) quien en julio de 1992 observó la gametogénesis y gametos masculinos, pero hasta la fecha nunca se han observado gametos femeninos ni zigotos (Meinesz, com. pers.) La confirmación definitiva de la reproducción sexual de *Caulerpa taxifolia* en el Mediterráneo daría una nueva dimensión al problema.

### e) Interacciones con la fauna y presencia de epífitos

Dada la pequeña magnitud de las manchas y, sobre todo, el mínimo porcentaje que del área afectada representaba la superficie recubierta por el alga, no se han producido efectos detectables sobre la composición faunística del lugar. Merece ser destacada la observación de que algunos animales vágiles (*Maja crispata*, *Pisa tetraodon*, *Holothuria tubulosa* y *Paracentrotus lividus*) portaban sobre ellos fragmentos del alga, lo que los haría potenciales vectores de dispersión, tal como ha sido señalado por otros autores (Meinesz, 1992).

Asimismo, podemos verificar la presencia de rodófitas calcáreas epifitando frondes y estolones de las colonias más viejas, tal como ha sido señalado por Verlaque (com. pers.) en el Mediterráneo francés.

### Agradecimientos

Este estudio ha sido posible gracias a la subvención del Govern Balear para la eliminación de *Caulerpa taxifolia* en Cala d'Or.

Agradecemos al Dr. A. Meinesz (Universidad de Niza) su colaboración desinteresada en la erradicación del alga y sus observaciones sobre el poblamiento asentado en Cala d'Or.

Nuestro agradecimiento también a la *Conselleria de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya* por su colaboración.

## Bibliografía

- Ballesteros, E. 1986. Métodos de análisis estructural en comunidades naturales, en particular del fitobentos. *Oecol. Aguat.*, 8:117-131.
- Boudouresque, C.F., Meinesz, A., Verlaque, M. y Knoepffler-Péguy, M., 1992. The expansion of the tropical alga *Caulerpa taxifolia* (Chlorophyta) in the Mediterranean. *Cryptogamie Algologie*, 13(2):144-145.
- Coppejans, E. 1992. Marine algae of Papua New Guinea (Madang prov. 2. A revised and completed list of *Caulerpa* (Chlorophyta-Caulerpales). *Blumea*, 36:383-410.
- Hasni, S., Zahid, P.B. y Bawani, B. 1986. Taxonomy and some biochemical values of *Caulerpa taxifolia* and *Hypnea muciformis* collected from Karachi coast. *Pakistan J. Sci. Ind. Res.*, 19(4):284-287.
- Meinesz, A. 1992. Modes de dissémination de l'algue *Caulerpa taxifolia* introduite en Méditerranée. *Rapp. Comm. int. Mer Médit.*, 33:44.
- Meinesz, A., Boudouresque, C.F. y Henocque, Y. 1991. *L'expansion de Caulerpa taxifolia sur les cotes françaises de la Méditerranée: Conséquences sur les écosystèmes, sur les espèces exploitées, et bases biologiques et technologiques de l'erradication.* Comité Scientifique et Technique sur *Caulerpa taxifolia*. Proposition de Programme de Recherche. 24 pp. Inédito.
- Meinesz, A. y Hesse, B. 1991. Introduction et invasion de l'algue tropicale *Caulerpa taxifolia* en Méditerranée nord-occidentale. *Oceanologica Acta*, 14(4):415-426.
- Meinesz, A., Hesse, B., Mari, X. y de Vaugelas, J. 1992. Spreading of the introduced tropical green alga *Caulerpa taxifolia* in northern Mediterranean waters. *Proc. XIV Inter. Seaweed Symposium, France, Aug. 1992.* En prensa.
- Sartoni, G. 1978. Ricerche sulla flora algale della Somalia centro-meridionali. 1. Il genere *Caulerpa*. *Webbia* 32(2):397-416.