

**Programa de seguimiento científico de la Estación de Investigación  
“Jaume Ferrer”:  
Evolución temporal de la cobertura de algas exóticas potencialmente invasoras**

***Scientific monitoring program of the Research Station “Jaume Ferrer”:  
Temporal evolution of the cover of potentially invasive alien algae***

**Maria Elena CEFALÌ<sup>1</sup>, Juancho MOVILLA<sup>1</sup>, Jana VERDURA<sup>2</sup>, Marta SALES<sup>3</sup>, Emma CEBRIAN<sup>4</sup>, Fiona TOMÁS<sup>5</sup>, Olga REÑONES<sup>6</sup>, Jaime SINTES<sup>7</sup>, Sebastián MOLINA<sup>1</sup>, Ignacio BOLADO<sup>8</sup>, Alèssia PONS-FITA<sup>4</sup>, Enric BALLESTEROS<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Estació d'Investigació Jaume Ferrer, La Mola., Centro Oceanográfico de Baleares, IEO-CSIC. PO box 502, 07701. Maó, Menorca. malen.cefali@ieo.csic.es

<sup>2</sup>Université Côte d'Azur, CNRS, UMR. 7035 ECOSEAS, Nice, France.

<sup>3</sup>Observatori Socioambiental de Menorca, Institut Menorquí d'Estudis. 07702 Maó, Menorca.

<sup>4</sup>Centre d'Estudis Avançats de Blanes-CSIC. Acc. Cala Sant Francesc, 14. 17300 Blanes, Girona.

<sup>5</sup>Instituto Mediterráneo de Estudios Avanzados-CSIC. C/ Miquel Marquès, 21. 07190 Esporles. Mallorca.

<sup>6</sup>Centro Oceanográfico de Baleares, IEO-CSIC, Moll de Ponent, s/n. 07015. Palma, Mallorca.

<sup>7</sup>Centre Balear de Biologia Aplicada, S.L. C/ Lluçmajor, N°18, 07006, Palma, Mallorca.

<sup>8</sup>Centro Oceanográfico de Santander, IEO-CSIC Avd Severiano Ballesteros, 16. 39080 Santander, Cantabria.

**Resumen:** En este trabajo se analizan los cambios en el porcentaje de cobertura de cinco especies de algas introducidas desde hace más de una década en distintos hábitats marinos de la isla de Menorca. *Acrothamnion preissii* es abundante en hábitats de *Posidonia oceanica* pero su cobertura ha ido disminuyendo a lo largo de los últimos diez años. *Womersleyella setacea* continua siendo muy abundante en los hábitats de coralígeno y de algas esciáfilas. *Asparagopsis taxiformis* ha colonizado casi todos los hábitats pero ha presentado una cobertura muy baja durante todo el periodo de estudio sin presentar nunca un carácter invasor. *Lophocladia lallemandii* llegó a colonizar casi todos los hábitats pero nunca tuvo una cobertura importante. Finalmente, *Caulerpa cylindracea*, muy ubicua, ha sufrido variaciones interanuales en su cobertura pero actualmente tampoco presenta un carácter invasor.

**Palabras claves:** algas, especies invasoras, hábitats, Mar Mediterráneo, Menorca

**Abstract:** We analyze the changes in the percentage of cover of five species of introduced marine algae during more than a decade in different marine habitats around the island of Menorca. *Acrothamnion preissii* is abundant in the rhizomes of *Posidonia oceanica* but its cover has been decreasing during the last ten years. *Womersleyella setacea* shows persistent high abundances in coralligenous outcrops and sciaphilic algal communities. *Asparagopsis taxiformis* has colonized almost all habitats but its cover has been low during all the study period, never displaying an invasive behavior. *Lophocladia lallemandii* has also colonized almost all kind of habitats but it has never reached high coverages during the study period. Finally, *Caulerpa cylindracea*, a very ubiquitous species, has shown strong interannual cover variability, but it is not currently performing as an invasive species.

**Key words:** algae, invasive species, habitats, Mediterranean Sea, Menorca

## ANTECEDENTES

Las especies invasoras representan uno de los principales azotes para la conservación de la biodiversidad (Weitzmann *et al.*, 2009). Una especie se considera invasora cuando, siendo introducida, posee un comportamiento nocivo sobre los hábitats, modifica su estructura, compite y desplaza a las especies nativas, provoca pérdidas en la biodiversidad, ocasionando a menudo pérdidas económicas considerables (Boudouresque y Verlaque, 2002; Ballesteros *et al.*, 2007; Weitzmann *et al.*, 2009).

Las Islas Baleares no son ajenas a este problema y en fechas recientes han cobrado especial relevancia las especies marinas invasoras. De estas, las más evidentes pertenecen al grupo de las macroalgas (Ballesteros, 2004). En Menorca, encontramos cinco especies de algas que han sido incluidas en la lista roja de algas invasoras (Boudouresque y Verlaque, 2002; Ballesteros, 2004; Otero *et al.*, 2013): *Acrothamnion preissii*, *Womersleyella setacea*, *Asparagopsis taxiformis*, *Lophocladia lallemandii* y *Caulerpa cylindracea*. La distribución geográfica y cobertura espacial de estas especies se estudian en Menorca desde el año 2008 (Massutí *et al.*, 2015; Cefali *et al.*, 2020). Las algas rojas *A. preissii* y *W. setacea*, originarias del Indopacífico, llevan varias décadas establecidas en todo el archipiélago balear (Ballesteros, 2004). *A. taxiformis*, nativa de Australia occidental, fue detectada por primera vez en Menorca en 1996 (Ballesteros, 2004). El alga roja *L. lallemandii*, de origen indopacífico, fue detectada en 2008 (Cefali *et al.*, 2020). Finalmente, *C. cylindracea*, nativa de Australia occidental, también fue avistada por primera vez en 2008 (Massutí *et al.*, 2015). El objetivo del presente trabajo es analizar los cambios en el porcentaje de cobertura de estas cinco especies

en los hábitats marinos infralitorales y circalitorales de Menorca durante 14 años para averiguar así las tendencias en su potencial invasor.

## MÉTODOS

El seguimiento de las algas introducidas se realiza, con una frecuencia bianual, en 30 localidades situadas alrededor de Menorca que engloban los diferentes ambientes marinos de la isla. En cada localidad se realizan censos visuales en inmersión, donde se cuantifica la cobertura de cada especie en los distintos hábitats que aparecen a lo largo de todo un transecto vertical. Las coberturas las ha establecido siempre el mismo observador a lo largo de los años, ayudado de un cuadrado reticulado de 25x25 cm<sup>2</sup> dividido en 25 subcuadrados de 5x5 cm<sup>2</sup>. Los hábitats están identificados por las diferentes especies bentónicas que los caracterizan y en este trabajo se dividen en: algas esciáfilas, algas hemiesciáfilas, algas fotófilas sin *Ericaria*, bosques de *Ericaria balearica*, pradera de *Cymodocea nodosa*, coralígeno, detrítico y pradera de *Posidonia oceanica*.

## RESULTADOS

La variación del porcentaje de cobertura de cada especie -como promedio en los diferentes hábitats para toda la isla- a lo largo de los años se presenta en la Figura 1. *Acrothamnion preissii* coloniza principalmente hábitats de *P. oceanica* pero su cobertura ha disminuido drásticamente, pasando de un 70% en 2008 a valores que no superan el 15% en 2022. *Womersleyella setacea* ya era abundante hace más de una década en los hábitats de algas esciáfilas y de *P. oceanica* (59 y 54 % respectivamente) y sobre todo en el coralígeno (82%). Sin embargo, en 2022 su cobertura descendió hasta el 40% en los hábitats de algas esciáfilas y de coralígeno mientras que fue muy escasa en hábitats de *P. oceanica*. *Asparagopsis taxiformis* ha estado presente en casi todos los hábitats y su cobertura se ha mantenido baja (< al 10%) a lo largo del tiempo. *Lophocladia lallemandii* ha aumentado su cobertura desde el año 2008. Al principio de su introducción presentaba una cobertura muy baja en los hábitats de algas fotófilas pero fue colonizando casi todos los hábitats. Sin embargo no ha llegado a ser común en ninguno de ellos, y en 2022 el valor más alto de cobertura fue del 20% en los hábitats de algas hemiesciáfilas. *Caulerpa cylindracea* ha presentado variaciones interanuales sobre todo en hábitats hemiesciáfilos con una cobertura del 27% en 2010 que ha disminuido con los años, y en coralígeno donde alcanzó un máximo de cobertura (29%) en 2016. Actualmente esta especie es muy escasa (cobertura promedio < 2%) en todos los hábitats.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el presente trabajo, demuestran como las especies *A. preissii* y *W. setacea* son las que poseen un comportamiento invasor más agresivo (Weitzmann *et al.*, 2009). Ambas son especies filamentosas con un crecimiento anual vegetativo muy importante, factor que favorece mucho su expansión y colonización. Específicamente, *A. preissii* es particularmente común en los rizomas de *P. oceanica*. A pesar de no haberse observado un cambio en su distribución espacial en la isla (Cefalì *et al.*, 2020), su potencial invasor ha ido disminuyendo progresivamente a lo largo de los años. En relación a *W. setacea*, se ha demostrado su carácter nocivo en hábitats de coralígeno y en ambientes esciáfilos, pudiendo inhibir el crecimiento de las algas Corallinales e impidiendo el reclutamiento y desarrollo de numerosas especies (Ballesteros, 2006). En Menorca, esta especie presenta también una disminución progresiva de cobertura en estos hábitats. Las causas de la disminución de estas dos especies merecen especial atención en investigaciones futuras. Los resultados sobre *A. taxiformis* confirman las observaciones obtenidas hasta el momento (Massutí *et al.*, 2015; Cefalì *et al.*, 2020). A pesar de estar incluida en la lista de algas marinas invasoras por su elevado grado de colonización en otros lugares del Mediterráneo (Otero *et al.*, 2013), en Menorca su cobertura nunca alcanzó valores propios de una especie invasora.

En Baleares *L. lallemandii* posee un gran potencial de invasión, sobre todo como epífita de *Ericaria balearica* (Cebrian y Ballesteros, 2010) y en los rizomas de *P. oceanica* desprovistos de una cobertura elevada de hojas (Ballesteros *et al.*, 2007). En Menorca, sin embargo, es más común en hábitats de algas fotófilas sin *Ericaria* y su grado de invasión no ha sido nunca muy elevado, pudiéndose considerar una especie de carácter no invasor en la isla. Observamos la misma tendencia en *C. cylindracea*, especie con un elevado potencial de invasión en otros lugares mediterráneos (Weitzmann *et al.*, 2009), presentando variaciones interanuales importantes, tanto en la cobertura como en su preferencia de hábitat. Se ha demostrado que probablemente la depredación por parte del pez herbívoro *Sarpa salpa* puede estar frenando su potencial invasor (Santamaría *et al.*, 2021).

En conclusión, de las especies aquí analizadas, solo *W. setacea* puede considerarse, actualmente, un alga fuertemente invasora en los hábitats de coralígeno y de algas esciáfilas para el conjunto de la isla. Cabe destacar que, si reducimos el análisis a escala espacial de localidades, tanto *W. setacea* como *A. preissii* siguen manteniendo un alto grado de invasión, pero en un número de localidades inferior en 2022 respecto a los años anteriores. Este trabajo refleja, una vez más, la importancia de realizar seguimientos a largo plazo de la distribución y abundancia de las especies introducidas y potencialmente invasoras tanto para conocer su evolución como su comportamiento ecológico. Con

nuestros datos se demuestra, de hecho, la gran variabilidad en la invasión de estas algas a lo largo de más de una década.

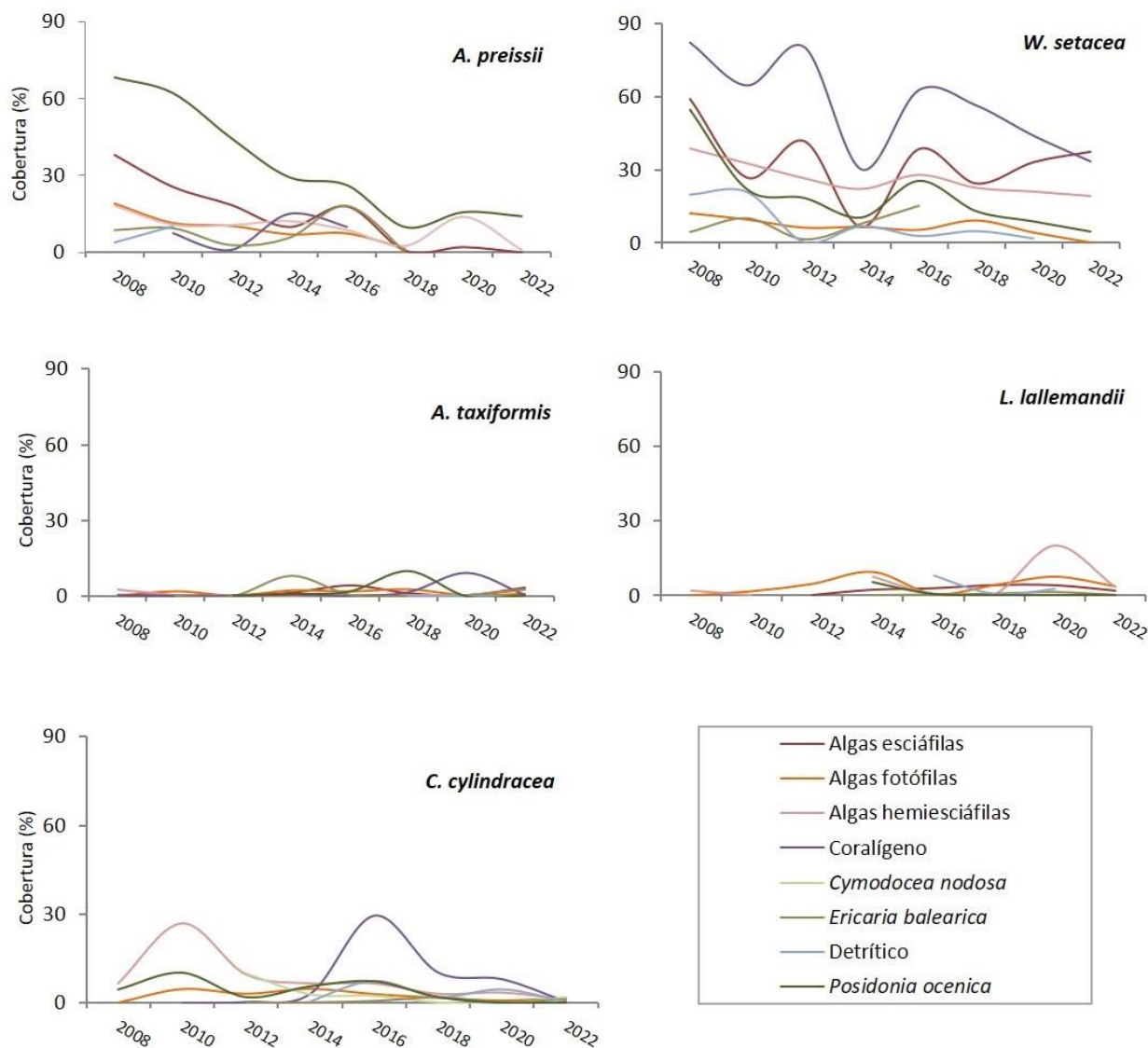


Figura 1. Promedio del porcentaje de cobertura de cada especie en los diferentes hábitats desde 2008 hasta 2022.

## AGRADECIMIENTOS

Las actividades de Seguimiento científico de la Estación de Investigación "Jaume Ferrer" están cofinanciadas por la Dirección General de Políticas Universitarias e Investigación del Gobierno de Baleares y el Centro Oceanográfico de Baleares (IEO-CSIC). Queremos hacer llegar nuestro agradecimiento a la Dirección General de Pesca y al Parque Natural de s'Albufera des Grau, para facilitarnos las autorizaciones pertinentes que nos han permitido realizar los trabajos en los espacios marinos protegidos de Menorca. También a Joan Moranta por su ayuda en los primeros muestreos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Ballesteros, E. 2004. Espècies marines invasores: un problema ambiental emergent a les illes Balears. In: Pons, G.X. (Ed.). *IV Jornades de Medi Ambient de les Illes Balears*. Societat d'Història Natural de les Illes Balears, Palma de Mallorca: 13-15.
- Ballesteros, E. 2006. Mediterranean coralligenous assemblages: a synthesis of the present knowledge. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 44: 123-195.

- Ballesteros, E., Cebrian, E. y Alcoverro, T. 2007. Mortality of shoots of *Posidonia oceanica* following meadow invasion by the red alga *Lophocladia lallemandii*. *Bot. Mar.*, 50: 8-13.
- Boudouresque, C.F. y Verlaque, M. 2002. Biological pollution in the Mediterranean Sea: invasive versus introduced macrophytes. *Mar. Poll. Bull.*, 44: 32-38.
- Cebrian, E. y Ballesteros, E. 2010. Invasion of Mediterranean benthic assemblages by red alga *Lophocladia lallemandii* (Montagne) F. Schmitz: depth-related temporal variability in biomass and phenology. *Aquat. Bot.*, 92: 81-85.
- Cefalì, M.E., Movilla, J., Bolado, I., Mallol, S., Reñones, O., Díaz, D., Muñoz, A., Morillas, A., Ballesteros, E., Guijarro, B., Vázquez, M., Rivera, J., Moranta, J., Cardona, L., Verdura, J., Massutí, E., Deudero, S. y Quetglas, A. 2020. *Convenio de Colaboración para la Consolidación y el Desarrollo Científico de la Estación de Investigación "Jaume Ferrer" (La Mola, Menorca). Informe Final 2016-2020*, 153 pp.
- Massutí, E., Sales, M., Reñones, O., Cuadros, A., Vidal, E.M., Sintés, J., Morillas, A. y Oliver, P. 2015. *Convenio de colaboración para la puesta en marcha y el desarrollo científico de la Estación de Investigación "Jaume Ferrer" (La Mola, Menorca). Informe Final 2010-2015*, 211 pp.
- Otero, M., Cebrian, E., Francour, P., Galil, B. y Savini, D. 2013. *Monitoring marine invasive species in Mediterranean marine protected areas (MPAs): a strategy and practical guide for managers*. IUCN, Malaga, 136.
- Santamaría, J., Tomas, F., Ballesteros, E., Ruiz, J.M., Bernardeau-Esteller, J., Terrados, J. y Cebrian, E. 2021. The role of competition and herbivory in biotic resistance against invaders: a synergistic effect. *Ecology*, 102: e03440.
- Weitzmann, B., García, M., Cebrian, E. y Ballesteros, E. 2009. Les invasions biològiques en el medi marí: exemples i impactes a la Mediterrània Occidental. *L'Atzavara*, 18: 39-49.