

Posidonia oceanica: miles de años prestando servicios en Calvià

Informe de trabajos y resultados
Proyecto realizado por el Grupo de Ecología de Macrófitos
Acuáticos (CEAB-CSIC) para la Fundación Marilles



Una pradera de *Posidonia oceanica* en la Cala Comtesa, Calvià en Julio de 2021

Trabajos e informe realizados por:

Miguel Ángel Mateo
Enric Gomis

Òscar Serrano
Irene Bernabeu

Con la colaboración de Núria Marbà (IMEDEA-CSIC)

Julio 2021



Índice de contenidos

INTRODUCCIÓN	4
<i>POSIDONIA OCEANICA</i> : UN ECOSISTEMA DE VALOR INCALCULABLE	4
TRABAJOS REALIZADOS	5
DE CAMPO.....	5
DE LABORATORIO	6
DE TRATAMIENTO DE DATOS.....	7
DE DIVULGACIÓN	8
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	9
OBSERVACIONES PRELIMINARES	9
EDAD DE LAS CATAS OBTENIDAS Y VELOCIDAD DE ELEVACIÓN DEL SUELO DE LA PRADERA..	9
EL SUMIDERO DE CARBONO ASOCIADO A LAS PRADERAS DE <i>P. OCEANICA</i> DE CALVIÀ	10
CONCLUSIONES	11
TABLAS.....	12
FIGURAS.....	13
INSTANTÁNEAS DE LA EXPEDICIÓN	16
A BORDO DEL BARCO SOLAR ÉSTENELLA	16
EN EL AGUA	18
BAJO EL AGUA	19
OBTENIENDO LAS CATAS	22
ATENDIENDO A LA PRENSA	24
EN EL LABORATORIO	27

Posidonia oceanica: miles de años prestando servicios en Calvià Informe de trabajos realizados y de resultados

Este informe da cuenta de los trabajos realizados y de los resultados obtenidos en el marco del proyecto financiado por la Fundación Marilles con la colaboración y medios del Consejo Superior de Investigaciones Científicas para la puesta en valor de las praderas que forma la planta marina *Posidonia oceanica* en las costas del municipio de Calvià, Mallorca, Islas Baleares.

El proyecto fue encargado al Grupo de Ecología de Macrófitos Acuáticos (GAME) del Centro de Estudios Avanzados de Blanes, Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

El objetivo acordado fue el datar la edad de dos sondeos de suelo de praderas, uno en la Cala Comtesa y otro en la Cala Portals Nous de Calvià, a una profundidad de 1 metro dentro del sedimento o a la máxima posible de no llegarse al metro de espesor en las zonas de estudio. Las dataciones se harían en una sola muestra de material orgánico de la base de los sondeos o catas mediante la técnica del carbono-14 (AMS).

Adicionalmente, se proporcionará una estima del stock de CO₂ medido y potencial por hectárea de pradera de *Posidonia* en la zona de Calvià, mediante inferencia a partir del contenido de materia orgánica total.

El estudio ha sido dirigido por el Dr. Miguel Ángel Mateo Mínguez, responsable del Grupo de Ecología de Macrófitos Acuáticos (GAME), del CEAB-CSIC, con la participación del Dr. Oscar Serrano Gras, co-responsable de GAME, los estudiantes de Trabajo de Fin de Grado (Universidad de Barcelona) Irene Bernabeu Sapena y Enric Gomis Clar y la colaboración de la Dra. Núria Marbà del IMEDEA-CSIC.

El Grupo de Ecología de Macrófitos Acuáticos quiere expresar su reconocimiento a la Fundación Marilles y a su Director Aniol Esteban, por su permanente y activa defensa del medio marino balear mediante la financiación de proyectos e iniciativas locales para su conservación. También queremos agradecer el inspirador y constante apoyo de Carmelo Sirera, productor de IB3 Televisió y gran defensor de la naturaleza costera Balear. Gracias también Diego Villalonga, de Miraprim, productor de la serie sobre el Mar Balear co-producida por la Fundación Marilles e IB3, y a la periodista y escritora Marga Font, por su ayuda con la logística del proyecto. Agradecemos a TrueWorld el poner a disposición de la campaña de muestreo el barco solar Stenella. Finalmente, nuestro agradecimiento a la Conselleria de Medi Ambient, a Port Portals y al Municipio de Calvià.

Introducción

Posidonia oceanica: un ecosistema de valor incalculable

Posidonia oceanica es una fanerógama o angiosperma marina, es decir, una planta superior con flores y frutos que polinizan y desarrolla todo su ciclo vital en el mar. No es, por tanto, un alga. En el mundo existen unas 60 especies de fanerógamas marinas formando extensas praderas que pueden ser intermareales o llegar hasta los 50 metros de profundidad. Todas ellas iniciaron su andadura en los océanos hace unos 70 o 100 millones de años, tras evolucionar a partir de plantas terrestres.

Posidonia oceanica es una especie de fanerógama marina endémica del Mar Mediterráneo que bate todos los récords cuando se compara con el resto de especies. Su mayor talla, biomasa, longevidad y la peculiaridad de formar estructuras orgánicas masivas análogas a los arrecifes de coral, dan como resultado la prestación de una serie de servicios de ecosistema de gran valor, que pueden tasarse entre miles y millones de euros por hectárea.

- Por un lado, las praderas representan un foco de elevada biodiversidad en nuestras costas de lo que se deriva gran parte de nuestra riqueza pesquera.
- Por otro, a la manera de grandes *alfombras orgánicas*, las praderas filtran y absorben partículas y sustancias contaminantes, entre ellas, el exceso de nutrientes y limos que las depuradoras no eliminan, metales pesados, biocidas o microplásticos.
- La turbera submarina que forman y que puede alcanzar hasta 10 metros de espesor, se acumula de forma ordenada en el tiempo dando lugar a un extraordinario archivo del cambio global. El estudio de este archivo proporciona información de valor incalculable para sentar criterios de gestión no solo de las praderas, sino de los ecosistemas costeros asociados (incluidos los terrestres adyacentes).
- Cada hectárea de esta turbera sumergida, con un contenido muy elevado en materia orgánica, retiene entre 100 y 1000 toneladas de equivalentes de CO₂, en función de su potencia, durante miles de años, lo que la convierte en un formidable reservorio biosférico de carbono.
- Por fin, pero en absoluto menos importante, a modo de diques sumergidos, las bioconstrucciones a que da lugar *P. oceanica* atenúan la erosión de la línea de costa y reducen los cuantiosos daños en las infraestructuras costeras ocasionados por los temporales extremos, que están aumentando en frecuencia e intensidad como consecuencia del calentamiento global.

Por todo lo visto, no hacen falta muchas más explicaciones para entender que la presencia de praderas saludables en un tramo de costa es síntoma de elevada calidad ambiental para sus aguas y garantía de salubridad y belleza natural para sus usuarios. Por tanto, el impacto de una buena conservación de las praderas de *P. oceanica* en el sector turístico es indiscutible.

Lamentablemente, diversos estudios muestran que las praderas de *P. oceanica* se destruyen en todo el Mediterráneo a razón del 1 al 5% anual, siendo el oscurecimiento de las aguas (eutrofia) y la erosión mecánica por anclas de embarcaciones de recreo las causas principales de destrucción en aguas profundas y someras, respectivamente. Este último fenómeno es una desgarradora constante en las costas de Mallorca que tenemos que presenciar cada verano.

En su conjunto, el valor instrumental o precio de las praderas en base de los servicios mencionados debe cifrarse en miles o millones de euros por cada hectárea y año. Pero no olvidemos que el mayor de los valores que proporcionan no es el económico. El valor de nuestros ecosistemas es inherente a su mera existencia, y estamos obligados a preservar su integridad por el simple hecho de que, la nuestra, depende de ello.

Trabajos realizados

De campo

El viernes 2 de Julio de 2021 el equipo de investigadores del Grupo de Ecología de Macrófitos Acuáticos sale en ferri hacia Mallorca para realizar al día siguiente los trabajos de campo en las calas Comtesa y Portals Nous, del municipio de Calvià (Figura 1).

El sábado 3 por la mañana se zarpa a bordo del barco solar Stenella desde Puerto Portals hacia la Cala Comtesa para realizar el primer sondeo en el suelo de la pradera de Posidonia, a unos 3 metros de profundidad. Los trabajos son asistidos por la embarcación neumática de vigilancia del Govern Balear.

Previamente a la toma de muestras, se realizan sondeos en inmersión mediante la hincada de una sonda de acero inoxidable de 1.5 m de longitud para comprobar la naturaleza del sedimento (más o menos orgánica o arenosa) y la posible presencia de formaciones rocosas bajo la arena. Los primeros intentos delatan una textura fibrosa (restos orgánicos de *P. oceanica*) en los primeros 20 cm del suelo aproximadamente, y arenosa en estratos inferiores. Algunos de los sondeos se topan con sustrato rocoso a menos de 1 m de la superficie del suelo. Una primera conclusión sobre el terreno es que la mata de *P. oceanica* en la zona (entramado de raíces y rizomas derivados de la planta que queda enterrado en el suelo) no va a tener una potencia o grosor particularmente elevados. Se observa un suelo de arenas finas a gruesas, con muy bajo contenido en fracciones de fangos o limos.

Tras decidir el punto de muestreo más idóneo, se realiza la cata mediante un tubo de PVC de 1.5 m de longitud y 6 cm de diámetro que se hincó mediante percusión y rotación manual a razón de 2 mm por segundo de penetración para evitar el efecto de compresión del material sondeado. Una vez hincada la longitud máxima posible del tubo de PVC, se toman las distancias entre el borde superior del mismo y la superficie del sedimento dentro y fuera del tubo para posteriormente calcular y corregir la inevitable compresión del material.

A continuación, el equipo se desplazó en la embarcación del Govern Balear a la cala Portals Nous para realizar el segundo sondeo. Los trabajos se sucedieron de igual forma a la descrita arriba.

Las catas obtenidas junto con una tercera para fines de divulgación se sellaron en ambos extremos y se etiquetaron para su transporte al laboratorio. Una vez en las dependencias del Centro de Estudios Avanzados de Blanes, se almacenaron en la litoteca húmeda del Grupo de Ecología de Macrófitos Acuáticos en oscuridad y a 5 °C de temperatura hasta su análisis.

De laboratorio

Una vez en el laboratorio se procedió a la apertura longitudinal de los tubos de PVC para poder submuestrear las catas de suelo de *P. oceanica*. Se realizaron fotografías digitales de alta resolución y observaciones preliminares del perfil de suelo (Figura 2)

A continuación, se tomaron muestras de restos de *P. oceanica* de la base de ambas catas, favoreciendo los restos correspondientes a vainas foliares frente a restos de raíces. Estas últimas, con tendencia a crecer hacia abajo, pueden provenir de estratos superiores del sedimento y por tanto arrojar edades menores a las correspondientes estratigráficamente. Estos restos se lavaron exhaustivamente con agua corriente y agua destilada y se sometieron a un baño de ultrasonidos durante 10 minutos para desprender posibles adherencias de partículas inorgánicas que pudieran falsear la datación. Finalmente, se secaron a 60 °C durante 48 horas.

Los restos tratados como se describe arriba fueron enviados a DirectAMS (Seattle, EEUU) para su datación por carbono-14 mediante espectrometría en acelerador de masas (AMS). En total, se enviaron 2 muestras (por duplicado cada una) con un peso de 250 mg de Peso Seco (cada una de las réplicas).

Finalmente, se realizaron 10 submuestreos de 2 cm de espesor de material total a lo largo de las catas para analizar su contenido en materia orgánica a partir del cual inferir el stock de carbono y de CO₂ acumulado bajo las praderas de Calvià. Las submuestras se secaron

a 60 °C durante 48 horas y unos 3 gramos de peso seco de cada una de ellas se quemó en horno de combustión (mufla) a 450 °C durante 5 horas.

De tratamiento de datos

Corrección para la compresión de las catas – Las maniobra de hincado del tubo de PVC implican la inevitable compresión del suelo contenido dentro del tubo debido a la fricción con sus paredes. El porcentaje de compresión se estima mediante la ecuación:

$$\% \text{ Compresión} = [(150 - D_{\text{int}} / 150 - D_{\text{ext}}) \times 100] - 100 \quad \text{Ecuación 1.}$$

Donde D_{int} y D_{ext} son las distancias de la superficie del suelo de la pradera al borde superior del tubo de PVC medidas dentro y fuera del tubo, respectivamente, una vez finalizada la maniobra de hinca.

La longitud *descomprimida* de las catas se calcula como la diferencia entre la longitud total del tubo de PVC (150 cm) y D_{ext} .

Edad de las muestras – Las edades antes del presente (BP – *Before Present*) proporcionadas por el laboratorio DirectAMS son edades sin calibrar. Esto quiere decir que asumen una curva de desintegración del carbono 14 (^{14}C) contenido en la muestra suponiendo que partía de la cantidad de ^{14}C atmosférico existente en 1950 (por convención; fue cuando se establecieron las primeras curvas de calibración y el año posterior a la creación del método).

Puesto que se ha podido comprobar que la concentración de ^{14}C atmosférico puede ser bastante variable entre años, es necesario calibrar los resultados del laboratorio para afinar con más precisión la edad de las muestras. Para ello, se utilizó el software de calibración Calib en su revisión 8.2 según actualización de Stuiver y colaboradores (2021; <http://calib.org/calib/calib.html>) y la curva de calibración Marine20 según Heaton y colaboradores (2020; doi.org/10.1017/RDC.2020.68). Asimismo, el programa de calibración ya considera e incorpora la corrección del *efecto reserva*, es decir, la edad media del carbono oceánico (que se estima en unos 400 años). Por fin, a las edades también se les ha aplicado una corrección por la variación local del efecto reserva de -40 años (promedio de las 5 mediciones en las localidades más próximas a Calvià de la librería de correcciones compilada por Reimer y Reimer, 2001; DOI:[10.1017/S0033822200038339](https://doi.org/10.1017/S0033822200038339)).

Materia orgánica - El contenido en materia orgánica se determinó como la diferencia en peso de las submuestras de material total de los sondeos antes y después de la combustión en la mufla.

Carbono orgánico - Para la estima del carbono orgánico de las muestras se empleó la ecuación que relaciona la materia y el carbono orgánicos publicada en 2012 en *Nature Geoscience* por Fourqurean y colaboradores (DOI: [10.1038/NGEO1477](https://doi.org/10.1038/NGEO1477)):

Carbono orgánico del suelo = $-0.21 + 0.40$ Materia orgánica del suelo *Ecuación 2.*

El contenido de carbono orgánico resultante se transformó a equivalentes de CO₂ (CO₂-eq) aplicando el factor estequiométrico de 3.667.

Stocks totales de carbono orgánico – Los stocks totales de carbono y CO₂ por unidad de superficie se han estimado empleando el valor medio de % de CO₂ en las 10 submuestras a lo largo de las catas y multiplicando por 100 cm (espesor de mata de referencia en el campo de investigación del Carbono Azul).

Velocidad de elevación del suelo de la pradera y tasas de enterramiento de carbono – Al disponer de la edad de la base de las catas, la longitud total de las catas y el stock total de carbono acumulado, podemos estimar la velocidad de elevación del suelo de la pradera y a la que ese stock de carbono se ha ido acumulando. Para ello se ha dividido la longitud total de las catas o su stock total de carbono por la edad calibrada de cada cata.

De divulgación

- Al finalizar el muestreo de campo, se arribó directamente a la Playa de Illetes (Cala Comtesa) en Calvià donde esperaban equipos de las televisiones española (RTVE) y balear (IB3). Televisión española emitió el reportaje en el Telediario de Fin de Semana:

<https://www.rtve.es/play/videos/telediario-fin-de-semana/medio-ambiente-posidonia-baleares/5972299/>

- Al día siguiente IB3 publicó la noticia en IB3 Noticias, al medio día:

<https://ib3.org/bona-salut-a-les-praderies-de-posidonia-de-mallorca>

- Por nuestra parte, hemos editado un clip basado en las imágenes de IB3 que está publicado en el canal de YouTube del Grupo de Ecología de Macrófitos Acuáticos:

<https://youtu.be/7amGFNdTHCE>

- Tenemos entendido que IB3 y la Fundación Marilles colaboran en la preparación de una serie sobre el Mar Balear en la que se dará cuenta de los trabajos realizados durante este proyecto.

- Por fin, cuando la Fundación Marilles lo considere oportuno, el Grupo de Ecología de Macrófitos Acuáticos participará en una presentación de los resultados del proyecto

a la que invitará a la Dra. Núria Marbà, quien ha colaborado en la revisión de este informe.

Resultados y discusión

Observaciones preliminares

Los muestreos se realizaron en zonas bastante próximas a las playas de las calas a unos 3 m de profundidad. El tipo de sedimento era claramente arenoso, con fracciones de arenas medias o gruesas dominantes y escasez de fangos y limos.

El estado general de las praderas era muy bueno, con densidades típicas de praderas saludables, pero con innumerables muestras de daños por efecto de fondeos de embarcaciones.

Los sondeos previos mediante la barra de acero evidenciaron matas de *P. oceanica* de escasa potencia en las zonas visitadas, creciendo sobre una base arenosa bastante somera. En Portals Nous, en particular, fue imposible hincar la sonda a más de 75 cm de profundidad en el sedimento al encontrarse una base rocosa, si duda la prolongación de las formaciones que se ven en la costa.

Una vez abiertos los sondeos en el laboratorio, las catas de suelo de *Posidonia oceanica* obtenidas en cala Comtesa y Portals Nous arrojaron una longitud in situ de 97 y 50 cm con compresiones del 4.7 y 30.5 %, respectivamente. Las longitudes descomprimidas finales para ambas catas son, por tanto, de 102 cm para Comtesa y 65 cm para Portals Nous. La elevada compresión en Portals Nous, indicaría sustratos más compactos.

La observación preliminar de las catas (Figura 2) muestra una coloración oscura y un fuerte olor a sulfhídrico, evidencia de las elevadas condiciones reductoras reinantes en los suelos de *P. oceanica*, clave para explicar la elevada estabilidad del carbono orgánico durante miles de años.

La observación visual muestra cómo la cata de Portals Nous tiene una matriz sedimentaria algo más arcillosa, con fracciones más finas de sedimento y limos. Esto redundaría en un 20% más de materia orgánica que en Cala Comtesa (11% vs 9%), especialmente en los primeros 20 cm. Se observa una gran cantidad de detritos de *P. oceanica* bastante intactos hasta los primeros 25 cm. La cata de Cala Comtesa, por su parte muestra sedimentos más claros y gruesos (arenas finas a medias) también con un elevado contenido orgánico y, en apariencia, mayor proporción de restos de moluscos y bivalvos. A partir de los 65 cm aproximadamente, la matriz sedimentaria se muestra más clara e inorgánica hasta el final de la cata (97 cm, sin descomprimir).

Edad de las catas obtenidas y velocidad de elevación del suelo de la pradera

La edad de los restos de *P. oceanica* obtenidos en la base de las catas es de 2752 ± 55 años AP (antes del presente) para la cata de Cala Comtesa y de 625 ± 23 años AP para

Cala Portals Nous (Tabla 1 y Figura 3) lo que, teniendo en cuenta la longitud de las catas obtenidas, supone una velocidad de elevación del suelo de la pradera de 0,44 y 5,08 mm/año para Comtesa y Portals Nous, respectivamente. Estos valores son habituales para suelos de *P. oceanica* y recogen los rangos inferior y superior para esta especie. (0,6-4,0 mm/año). Es destacable el valor elevado en la zona de muestreo de Portals Nous, indicando una pradera de acreción estimulada probablemente por unas tasas de sedimentación más elevadas.

No debe confundirse la edad del material orgánico almacenado en los diferentes estratos del suelo de la pradera con la supuesta edad del clon de *P. oceanica* dominante en la zona. Debido a su potencial mediático, es ampliamente conocida la edad estimada para el clon de *P. oceanica* entre Ibiza y Formentera en decenas de miles de años que realizaron Arnaud-Haond y colaboradores en 2012 (DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0030454>). Esta edad se refiere a la longevidad de un genotipo de *P. oceanica* que se ha ido reproduciendo vegetativamente durante decenas de miles de años.

Los resultados (Tabla 2) ponen en evidencia que las praderas de *P. oceanica* de Calvià han estado acumulando sedimentos y materia orgánica durante milenios, lentamente formando un gran reservorio de carbono orgánico procedente del CO₂ atmosférico y por tanto prestando, entre muchos otros, el servicio de sumidero de carbono.

El sumidero de carbono asociado a las praderas de *P. oceanica* de Calvià

Conociendo el contenido en carbono orgánico de las catas muestreadas y la velocidad de elevación del suelo de la pradera, podemos inferir una velocidad de acumulación de CO₂-eq (dióxido de carbono equivalente; ver “Tratamiento de datos”) de 0,7 y 8,2 t CO₂-eq por hectárea y año para Comtesa y Portals Nous, respectivamente.

Por su parte, considerando el primer metro de suelo de la pradera, el stock total acumulado sería de 1646 y 1621 t CO₂-eq por hectárea para Comtesa y Portals Nous, respectivamente. En el caso de Comtesa, con una longitud observada de 127 cm, el stock total sería de 1992 t CO₂-eq por hectárea. Ha de dejarse claro que estos stocks suelen ser infravalorados, ya que el grueso de suelo muestreado se ve limitado por la capacidad de sondeo manual. Técnicas de sismica de superficie de alta resolución permiten estimar el grueso potencial del suelo de la pradera y realizar estimas más realistas. Es frecuente observar espesores de mata de varios metros, habiéndose observado hasta 10m en la Bahía de Portlligat (Gerona), por ejemplo (ver Lolacono y colaboradores 2008; DOI: [10.1029/2008GL034773](https://doi.org/10.1029/2008GL034773)).

Conclusiones

Se confirma la naturaleza pluri-milenaria de las praderas de *P. oceanica* en las calas muestreadas del municipio de Calvià, Comtesa (por observación directa) y Portals Nous (por inferencia).

Durante miles de años, estos ecosistemas han estado prestando multitud de servicios de ecosistema a la sociedad mallorquina, que algunos autores valoran en millones de euros por hectárea (ver Vasallo y colaboradores 2013; DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.07.044>). A ese valor, en gran medida derivado de su capacidad de atenuar la fuerza del mar y así proteger nuestras costas de la erosión y del efecto de temporales extremos, deben añadirse muchos más, que van desde favorecer la pesca hasta contribuir al atractivo turístico de las aguas del archipiélago balear o su papel como reserva de CO₂, evitando el agravamiento del calentamiento global.

Teniendo en cuenta la extraordinaria lentitud con que las praderas de *P. oceanica* recuperan las superficies dañadas o destruidas (décadas a siglos), debe concluirse que la pérdida de cualquier pedazo de pradera y de los valiosos servicios que presta, es para siempre. Por ello, se considera inaceptable cualquier política de gestión del litoral de Calvià que ponga en peligro la salud de sus praderas de *P. oceanica*.

Tablas

Tabla 1. Resultados de las dataciones de detritos de vainas foliares de *P. oceanica* obtenidas en la base de las catas realizadas en las calas Comtesa y Portals Nous (en lugar de 'Oratori') mediante la técnica del carbono 14 por acelerador de masas, realizadas por el laboratorio DirectAMS. Los resultados se presentan en unidades de porcentaje de carbono moderno (pMC) y la edad de radiocarbono no calibrada antes del presente (BP). Todos los resultados se han corregido para el fraccionamiento isotópico del carbono.

DirectAMS code	Submitter ID	Sample type	Fraction of modern		Radiocarbon age	
			pMC	1 σ error	BP	1 σ error
D-AMS 043259	Comtesa 01-A	pretreated seagrass	70.99	0.19	2752	21
D-AMS 043260	Comtesa 01-B	pretreated seagrass	supplemental material			
D-AMS 043261	Oratori 04-A	pretreated seagrass	92.51	0.27	625	23
D-AMS 043262	Oratori 04-B	pretreated seagrass	supplemental material			

Tabla 2. Parámetros básicos de los trabajos de campo, laboratorio y cálculos finales de los stocks y flujos de CO₂ asociados a las praderas de *P. oceanica* muestreadas en las calas Comtesa y Portals Nous, de Calvià, Mallorca. AP: Antes del presente (1950). *Delta R*: corrección en años para la anomalía local de efecto reserva del carbono marino. *Acreción*: velocidad de 'elevación del fondo marino', según la longitud de las catas descomprimidas y las edad en su base. Las Edades AP (antes del presente – 1950) están dendrocalibradas y corregidas para el efecto reserva y su anomalía local.

	Comtesa	Portals Nous
Longitud cata sin comprimir in situ (cm)	127	84
Longitud cata in situ (cm)	121	58
Longitud cata laboratorio (cm)	97	50
Compresión in situ (%)	4,7	30,5
Longitud descomprimida (cm)	102	65
Edad (años AP)	2753	625
Error de la edad (+/- años)	55	23
Edad calibrada (años AP _{cal})	2355	128
Delta R (años)	40	40
Acreción (mm)	0,44	5,08
Edad a 1m (años AP _{cal})	2286	197
Stock de CO₂ (tCO₂/ha_{-1m})	1646	1621
Flujo de CO₂ (tCO₂/ha y año_{-1m})	0,72	8,23

Figuras

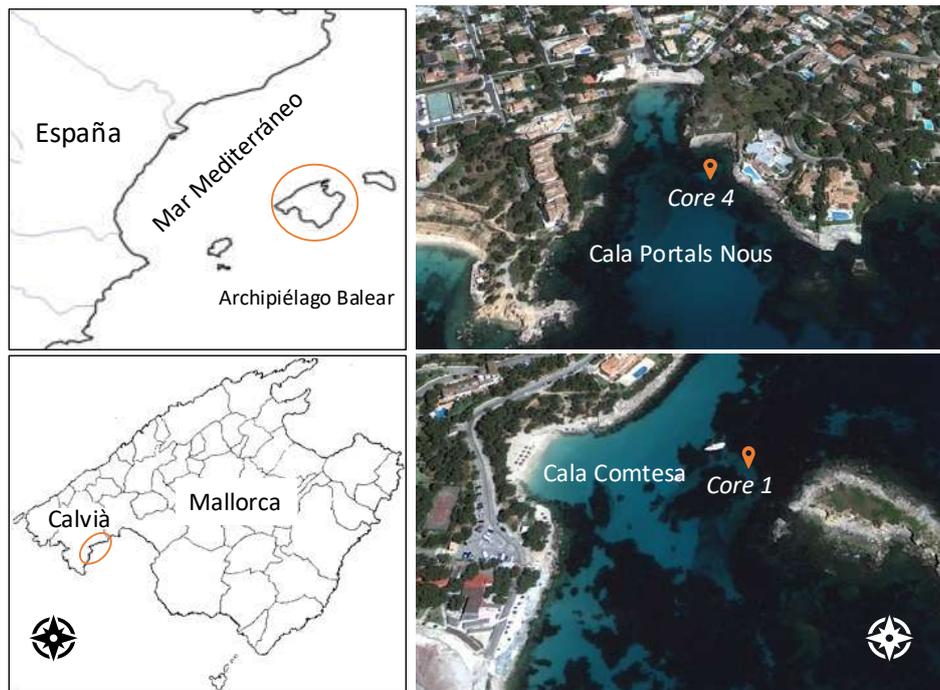


Figura 1. Localización de los puntos de muestreo en las calas Portals Nous ($39^{\circ}31'57.36''\text{N}$, $2^{\circ}34'36.78''\text{E}$) y Comtesa ($39^{\circ}32'4.56''\text{N}$, $2^{\circ}35'28.42''\text{E}$), en el Municipio de Calvià, a unos 3 m de profundidad, visitados el 3 de Julio de 2021. Por *core* se entiende 'catas de sedimento' realizados en la pradera de *Posidonia oceanica*. La numeración corresponde al identificador de la cata que fue empleada para realizar los cálculos que se presentan en esta memoria.

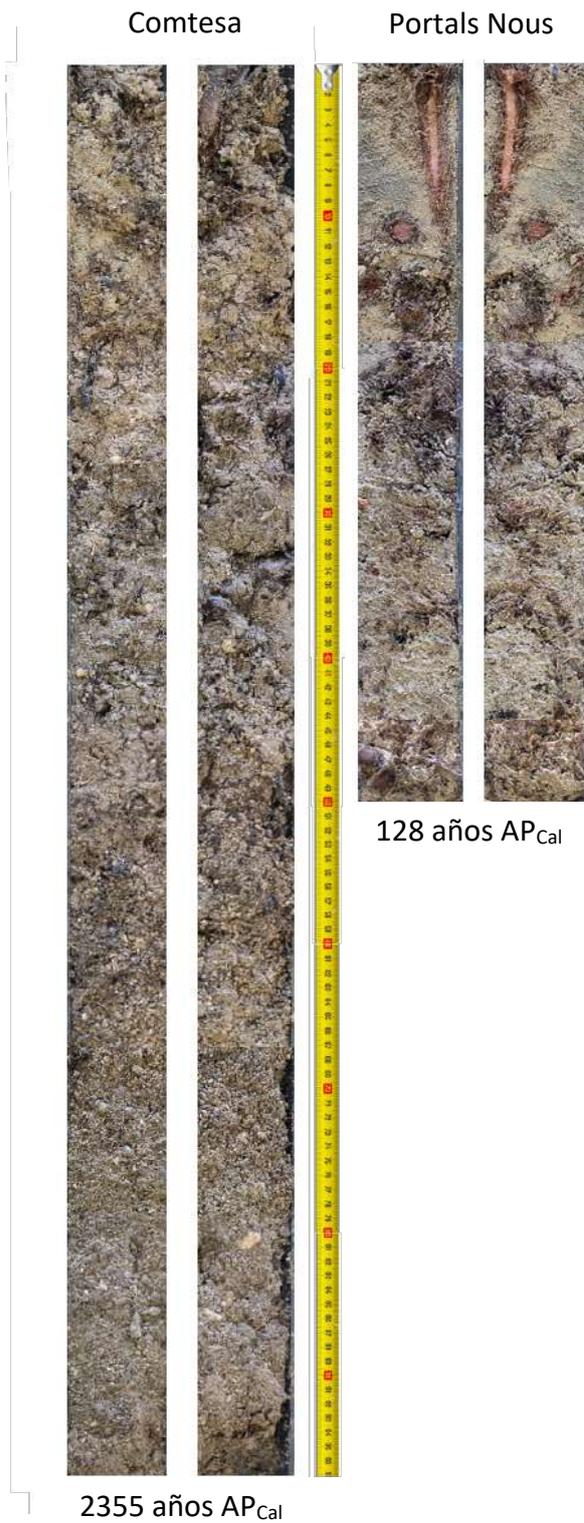


Figura 2. Fotografías de las dos catas empleadas en este estudio abiertas longitudinalmente. AP_{Cal} hace referencia a la edad antes del presente dendrocalibrada y corregida para el fraccionamiento isotópico del carbono, el efecto reserva del carbono marino y su anomalía local.

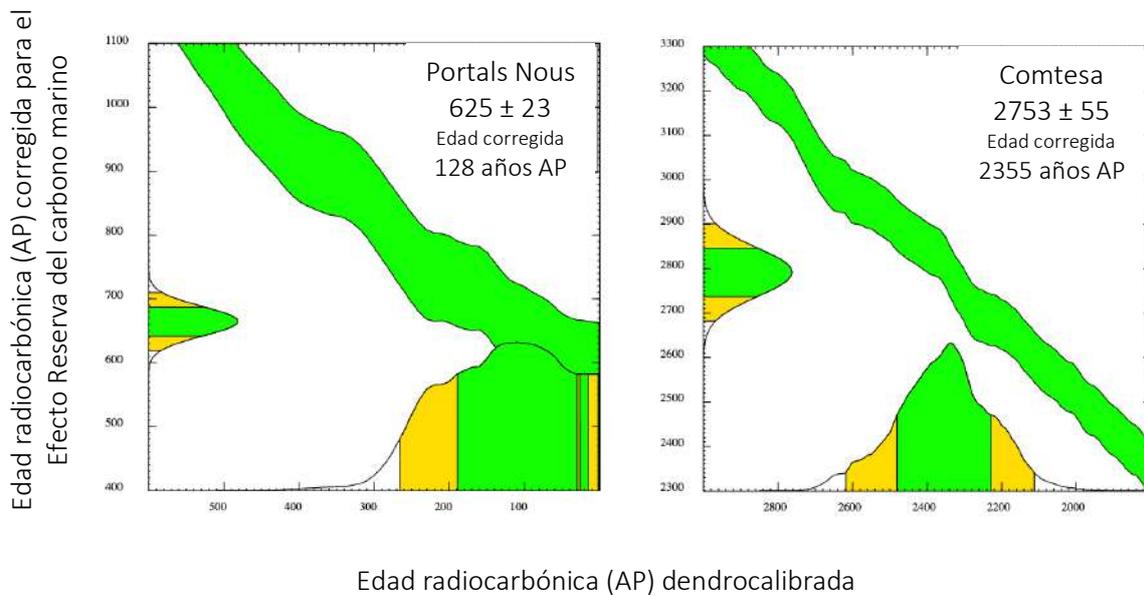


Figura 3. Gráficas de dendrocalibración de las edades AP mediante el programa CALIB (Stuiver, M., Reimer, P.J., and Reimer, R.W., 2021, CALIB 8.2; <http://calib.org>). Las edades corregidas (valor en la parte inferior) representan la edad AP original (valor en la parte superior), una vez corregidas para el fraccionamiento isotópico del carbono, el efecto reserva del carbono marino y su anomalía local, y dendrocalibradas (mediana de la edad bajo la superficie de la gráfica). El color verde indica los límites de confianza a 1 vez la desviación típica y el naranja a 2 veces la desviación típica.

Instantáneas de la expedición

A bordo del barco solar Estenella



Componentes del equipo GAME a bordo del barco solar Estenella con el cámara de IB3.

Fuente: Grupo de Ecología de Macrófitos Acuáticos



Arriba: Enric Gomis Clar e Irene Bernabeu Sapena, estudiantes de Máster en el GAME, preparados para el muestreo. Abajo: Las placas fotovoltaicas que alimentan al Estenella.

Fuente: Grupo de Ecología de Macrófitos Acuáticos

En el agua



Arriba: El Estenella desde el agua; Centro: Irene Bernabeu preparada para la inmersión; Abajo: Òscar Serrano recibe su equipo de buceo desde asistentes de la neumática del Govern Balear. Fuente: Grupo de Ecología de Macrófitos Acuáticos

Bajo el agua



El Dr. Òscar Serrano inspecciona la pradera en busca de la zona más idónea para la obtención de las catas de suelo (arriba) y transporta el material de sondeo a la zona elegida (abajo).

Fuente: Grupo de Ecología de Macrófitos Acuáticos



El esplendor de las praderas de *Posidonia oceanica* en Cala Comtesa, Calvià, Mallorca (arriba). Imagen de la mata de *P. oceanica*, a modo de turbera submarina (abajo).
Fuente: Grupo de Ecología de Macrófitos Acuáticos.



Arriba: Irene Bernabeu muestra al cámara un rizoma detrítico desprendido de la mata de *P. oceanica*. Abajo: Miguel A. Mateo realizando prospecciones previas al sondeo para asegurar el espesor de mata (suelo de pradera) mínimo requerido.

Fuente: Grupo de Ecología de Macrófitos Acuáticos

Obteniendo las catas



Irene Bernabeu (arriba) y Enric Gomis (abajo) realizando las maniobras de sondeo para la obtención de las catas en Cala Comtesa con la asistencia de Òscar Serrano y siendo filmados por el cámara de IB3.

Fuente: Grupo de Ecología de Macrófitos Acuáticos



Enric Gomis toma notas de los parámetros de sondeo (arriba); Medición de la distancia del sedimento dentro y fuera del sondeador para calcular la profundidad máxima de hinca y el factor de compresión (centro); Sellado de la parte superior del sondeador antes de proceder a su extracción (abajo).

Fuente: Grupo de Ecología de Macrófitos Acuáticos

Atendiendo a la prensa



Atendiendo a la prensa (Irene Bernabeu, arriba; Enric Gomis, abajo).
Fuente: Grupo de Ecología de Macrófitos Acuáticos



Atendiendo a la prensa (Òscar Serrano, arriba; Miguel A. Mateo, abajo).
Fuente: Grupo de Ecología de Macrófitos Acuáticos



Captura de pantalla del programa emitido por IB3 sobre la expedición (arriba).
Abajo: El lamentable espectáculo que se repite una y otra vez cada verano en las costas de las Islas Baleares: barcos de pequeña y mediana eslora exhibiendo una docena de haces de *Posidonia oceanica* con sus rizomas y raíces, arrancados por su ancla. Esta foto fue tomada cuando recogíamos el material tras la expedición en Port Portals.

Fuente: Grupo de Ecología de Macrófitos Acuáticos

En el laboratorio



Enric Gomis e Irene Bernabeu en la ardua tarea de submuestrear las catas para analizar los flujos y stocks de carbono azul asociados.

Fuente: Grupo de Ecología de Macrófitos Acuáticos



Arriba: Detalle del contenido de las catas. Se observan detritos de raíces y vainas foliares de *P. oceanica* así como conchas de bivalvos, todo ello en una matriz de arenas gruesas a medias.

Abajo: Mufla (horno) para el análisis de la materia orgánica contenida en el suelo de la pradera mostrando los crisoles de cerámica en que se colocan las submuestras.

Fuente: Grupo de Ecología de Macrófitos Acuáticos



Los componentes del equipo GAME tras acabar la expedición Marilles en Calvià



MINISTERIO
DE ECONOMÍA
Y COMPETITIVIDAD



CSIC
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

CEAB
exploring aquatic ecosystems

GAME
GROUP OF AQUATIC
MACROPHYTE ECOLOGY

Contacto:
mateo@ceab.csic.es
oserrano@ceab.csic.es
www.game-csic.com
@gamecsic