

# Una cámara sencilla y de reducido coste para medir flujos de CO<sub>2</sub> en humedales muy someros

Miriam Ruiz-Nieto<sup>1,\*</sup> , Paula Warren-Jiménez<sup>1</sup> , Enrique Moreno-Ostos<sup>1</sup> 

(1) Grupo de Ecología Marina y Limnología. Dpto. Ecología. Facultad de Ciencias. Universidad de Málaga, 29071 Málaga. España.

\* Autora de correspondencia / Corresponding author: M. Ruiz-Nieto [mruiznieto@uma.es]

> Recibido / Received: 15/05/2024 – Aceptado / Accepted: 24/07/2024

**Cómo citar / How to cite:** Ruiz-Nieto, M., Warren-Jiménez, P., Moreno-Ostos, E. 2024. Una cámara sencilla y de reducido coste para medir flujos de CO<sub>2</sub> en humedales muy someros. *Ecosistemas* 33(3): 2759. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2759>

Los humedales constituyen un elemento clave en la dinámica biogeoquímica global del carbono. Una vez que el carbono procedente de los ecosistemas terrestres adyacentes es incorporado a las masas de agua, éste puede sufrir diversas transformaciones biogeoquímicas, ser incorporado al sedimento donde permanecerá secuestrado por largos periodos de tiempo, o ser emitido a la atmósfera en forma de flujos de gases de efecto invernadero como CO<sub>2</sub> (Gao et al. 2021).

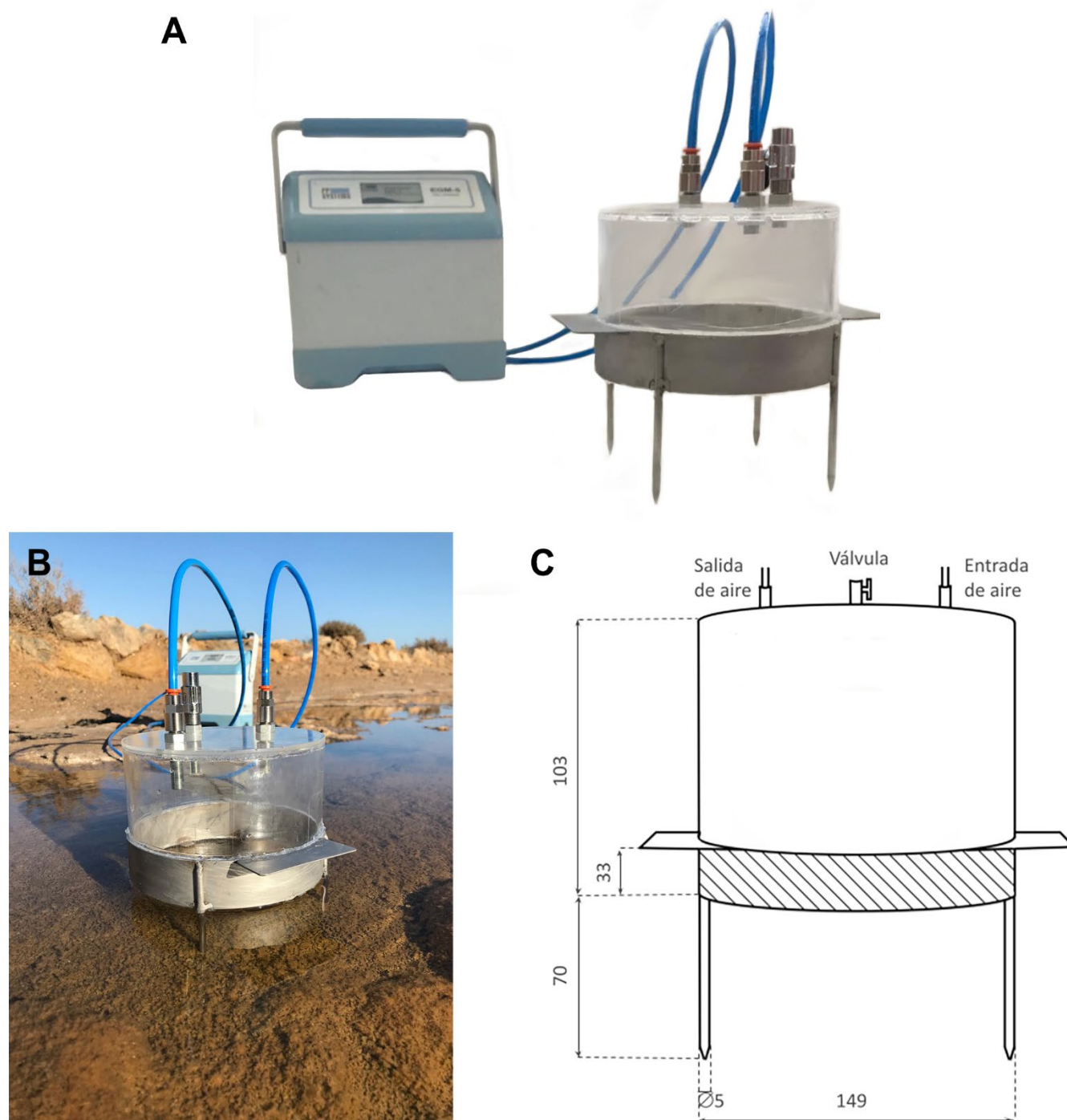
En este contexto, resulta necesario poder estimar adecuadamente los flujos de CO<sub>2</sub> entre la superficie de los humedales (tanto inundada como de sedimento emergido) y la atmósfera. Para medir los intercambios de gas en la lámina de agua tradicionalmente se ha recurrido al uso de cámaras flotantes opacas, conectadas a un analizador de CO<sub>2</sub> por infrarrojos (IRGA). Las cámaras flotantes derivan libremente sobre la superficie del agua registrando en su interior cambios en la presión parcial del CO<sub>2</sub> debido al intercambio gaseoso en la interfase agua-atmósfera (Montes-Pérez et al. 2022). De forma análoga, las determinaciones de flujo de CO<sub>2</sub> en sedimentos desecados y suelos se llevan a cabo mediante cámaras de respiración, instaladas sobre el sedimento y acopladas a un IRGA (Pozzo-Pirotta et al. 2022).

En ambos casos, el flujo de CO<sub>2</sub> se determina por regresión lineal entre los valores de presión parcial del gas dentro de la cámara y el tiempo de medida, aplicando correcciones por cambios de temperatura y de presión atmosférica (Lambert y Fréchette 2005).

No obstante, nuestra experiencia de trabajo en campo sugiere que estos dos diseños de cámaras no resultan apropiados cuando el objetivo es determinar flujos de CO<sub>2</sub> en humedales muy someros (profundidad de pocos centímetros). En estos casos la presencia de una fina lámina de agua impide el uso de cámaras de respiración de suelos, puesto que imposibilita la circulación del agua entre el interior y el exterior de la campana. El carácter extremadamente somero de estos ecosistemas hace poco confiable el uso de cámaras flotantes, diseñadas para columnas de agua profundas y que suelen varar en el sedimento al derivar, dificultando la circulación del agua y favoreciendo el intercambio de gases entre la cámara y la atmósfera.

En esta nota presentamos una cámara diseñada por el Grupo de Ecología Marina y Limnología de la Universidad de Málaga, que permite la determinación fiable de flujos de CO<sub>2</sub> en humedales muy someros, con profundidades de entre 0.5 y 5.5 cm. La ventaja de este diseño es que garantiza la renovación del agua en el interior de la cámara durante el tiempo de medida, a la vez que evita cualquier riesgo de varamiento en el sedimento que pueda favorecer la entrada o salida de gas de la misma. Esta cámara permite determinar flujos de CO<sub>2</sub> resultantes del intercambio entre el sistema sedimento-lámina de agua y la atmósfera. Además, nuestro diseño es de reducido coste (~250 euros) en comparación con sistemas comerciales, que suelen tener precios un orden de magnitud superior.

La cámara (Fig. 1) tiene forma cilíndrica (superficie: 174.37 cm<sup>2</sup>, Altura: 10.3 cm) y está construida en metacrilato. En su interior tiene alojado un sensor (HOBOMX2202) que registra de forma continua datos de temperatura del aire a la frecuencia deseada. En la base superior de la cámara se han instalado dos racores de conexión rápida para gases, que conectan a través de tubos flexibles de poliuretano de 1 m de longitud con los conductos de entrada y salida de un IRGA EGM-5 (PPSystems). Éste registra cambios de presión parcial de CO<sub>2</sub> dentro de la cámara y almacena los datos. Además, esta misma base presenta una válvula metálica para gases para evitar sobrepresión gaseosa en el interior de la cámara. Todas las válvulas y racores están pegados mediante sellador hidráulico de teflón líquido. El cuerpo cilíndrico de la cámara está sostenido sobre cuatro patas metálicas de acero inoxidable de 7 cm de altura y 0.5 cm de grosor soldadas a un collar de acero de 2 cm de alto. El extremo de estas patas está afilado, para facilitar su inserción en el sedimento.

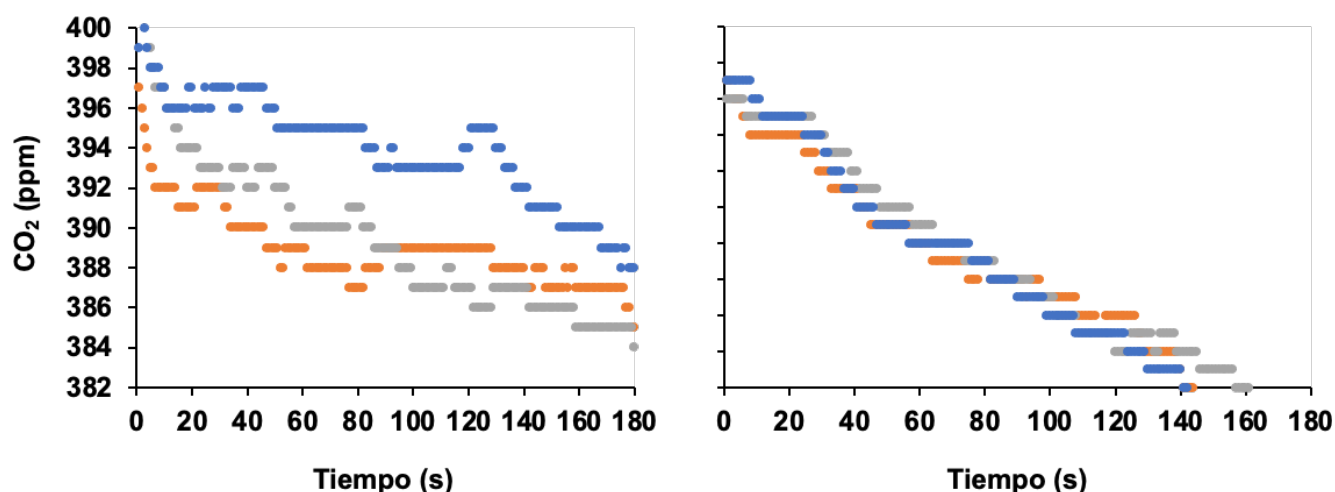


**Figura 1.** A) Imagen de la cámara diseñada; B) Imagen de la cámara midiendo flujos de CO<sub>2</sub> sobre una columna de agua somera; C) Esquema y medidas en mm de la cámara.

**Figure 1.** A) Image of the designed chamber; B) Image of the chamber measuring CO<sub>2</sub> fluxes over a shallow water column; C) Schematic and measurements in mm of the chamber.

La cámara debe clavarse en el sedimento con la válvula abierta hasta que la superficie del agua se encuentre 0.5 cm por encima de su borde inferior, para evitar así que pueda entrar o salir gas de su interior. Si el sedimento es muy fino (i.e. fango limoso) se recomienda instalar un anillo de flotación de espuma de polietileno de alta densidad en el perímetro de la cámara a nivel del agua, para impedir que el propio peso de la cámara haga que se hunda más de lo deseado (al menos 2 cm y no más de 7 cm) en el sedimento durante la medida. Para conocer bien el volumen de aire en el interior de la cámara su posición debe ser horizontal y paralela a la lámina de agua, por lo que se recomienda usar un nivel durante su instalación. Una vez bien instalada, se debe cerrar la válvula de ventilación y, entonces, proceder a la medida de cambios de presión parcial de CO<sub>2</sub> en su interior utilizando un IRGA acoplado. Una vez tomadas las medidas de IRGA el cálculo del flujo se lleva a cabo siguiendo a [Lambert y Fréchette \(2005\)](#) de manera análoga al resto de cámaras.

Para comparar resultados obtenidos utilizando nuestro diseño frente a medidas con cámara flotante tradicional realizamos tres determinaciones con cada cámara en la misma ubicación de un humedal somero en proceso de desecación (Fuente de Piedra, Málaga) (Fig. 2). Las medidas con cámara flotante fueron más variables y se apartaron frecuentemente de la linealidad ( $R^2$  0.66-0.85), a diferencia de las determinaciones con nuestra cámara, que resultaron muy consistentes y bien ajustadas a una función lineal ( $R^2 > 0.97$ ). El flujo de  $\text{CO}_2$  obtenido con nuestra cámara fue de  $-4.6 \pm 0.2 \text{ g CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ , y con la cámara flotante fue  $-4.4 \pm 1.8 \text{ g CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ . A pesar de que no existen diferencias significativas en el valor medio del flujo (t-test,  $p > 0.05$ ) las varianzas sí resultaron diferentes (F-test,  $p < 0.05$ ), siendo significativamente menores cuando se usa nuestra cámara.



**Figura 2.** Evolución de la presión parcial de  $\text{CO}_2$  (ppm) en el interior de una cámara flotante (izda.) y nuestra cámara (dcha.) durante tres determinaciones en la misma ubicación de un humedal muy somero en proceso de desecación.

**Figure 2.** Evolution of  $\text{CO}_2$  partial pressure (ppm) inside a floating chamber (left) and our chamber (right) during three determinations at the same location in a very shallow wetland under desiccation.

Con esta nota técnica desde GEML compartimos nuestro diseño con la comunidad científica con el objetivo de contribuir a una mejor determinación de flujos de  $\text{CO}_2$  en salinas y humedales muy someros.

## Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto de Plan Nacional PID2020-114024GB-C33. La construcción de la cámara se llevó a cabo en el taller de mecanizado de la Universidad de Málaga. Las medidas han sido realizadas con el permiso de la Consejería de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul de la Junta de Andalucía.

## Referencias

- Gao, Y., Jia, J., Lu, Y., Tiantian, Y., Lyu, S., Shi, K., Zhou, F., et al. 2021. Determining dominating control mechanisms of inland water carbon cycling processes and associated gross primary productivity on regional and global scales. *Earth-Science Reviews* 213:103497.
- Lambert, M., Fréchet, J.L. 2005. Analytical techniques for measuring fluxes of  $\text{CO}_2$  and  $\text{CH}_4$  from hydroelectric reservoirs and natural water bodies. In: A. Tremblay, L. Varfalvy, C.L. Roehm, M. Garneau (Eds). *Greenhouse gas emissions-fluxes and processes. Hydroelectric reservoirs and natural environments*, pp. 37-60. Springer. Berlin, Germany.
- Montes-Pérez, J.J., Obrador, B., Conejo-Orosa, T., Rodríguez, V., Marcé, R., Escot, C., Reyes, I., Rodríguez, J., et al. 2022. Spatio-temporal variability of carbon dioxide and methane emissions from a Mediterranean reservoir. *Limnetica* 41(1): 43-60.
- Pozzo-Pirotta, L., Montes-Pérez, J.J., Sammartino, S., Marcé, R., Obrador, B., Escot, C., Reyes, I., et al. 2022. Carbon dioxide emission from drawdown areas of a Mediterranean reservoir. *Limnetica* 41(1):61-72.