



RESEARCH ARTICLE

Evaluation of a semi-automatic system for long-term seawater carbonate chemistry manipulation

Evaluación de un sistema semiautomático para la manipulación del sistema carbonato en agua de mar durante periodos extensos

RODRIGO TORRES^{1,*}, PATRICIO H. MANRIQUEZ^{2,8}, CRISTIAN DUARTE³, JORGE M. NAVARRO², NELSON A. LAGOS⁴, CRISTIAN A. VARGAS⁵ & MARCO A. LARDIES^{6,7}

¹Centro de Investigación en Ecosistemas de la Patagonia (CIEP), Ignacio Serrano 509, código postal 5951601, Coyhaique, Chile

²Instituto de Ciencias Marinas y Limnológicas, Laboratorio Costero de Recursos Acuáticos de Calfuco, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile, Independencia 641, código postal 5110566, Valdivia, Chile

³Departamento de Ecología y Biodiversidad, Facultad de Ecología y Recursos Naturales, Universidad Andrés Bello, República 470, Santiago, Chile

⁴Facultad de Ciencias, Universidad Santo Tomás, Ejército 146, Santiago, Chile

⁵Laboratorio de Funcionamiento de Ecosistemas Acuáticos (LAFE), Unidad de Sistemas Acuáticos, Centro de Ciencias Ambientales EULA Chile, Universidad de Concepción, Casilla 160-C, Concepción, Chile

⁶Departamento de Ciencias, Facultad de Artes Liberales, Facultad de Ingeniería y Ciencias, Universidad Adolfo Ibáñez, Diagonal Las Torres 2640, Peñalolén, Santiago, Chile

⁷Center for Aquaculture Research (INCAR)

⁸Present address: Laboratorio de Ecología y Conducta de la Ontogenia Temprana (LECOT), Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA). Avenida Ossandón 877, Coquimbo, Chile

*Corresponding author: rtorres@ciep.cl

ABSTRACT

The assessment of the effects of Ocean Acidification (OA) on marine life has received increasing attention in recent marine research. On a mesocosmic scale, the CO₂ levels in seawater can be manipulated to evaluate experimentally the consequences of OA on marine organisms (vertebrates and invertebrates). An ideal manipulation of carbonate chemistry should mimic exactly the changes to carbonate chemistry, which will occur in years to come. Although some methods have been described in the literature, here we describe in detail a simple, robust and inexpensive system to produce CO₂-enriched seawater by bubbling the seawater with air-CO₂ mixtures. The system uses mass flow controllers (MFC) to blend atmospheric air with pure CO₂ to produce two pCO₂ levels. The air-CO₂ mixtures are delivered continuously to seawater equilibration reservoirs, and simultaneously to an infrared CO₂ analyser to verify CO₂ levels in the air-CO₂ mixture delivered to the equilibration tanks. We monitored both pH and total alkalinity in the equilibration reservoirs over a period of one year in order to document the long-term performance of this system for simulating the future carbonate chemistry of seawater in a coastal laboratory. System performance was sufficient to maintain three contrasting (e.g., 397, 709 and 1032 µatm) and relatively constant (the coefficient of variability was 11 %, 9 % and 9 % respectively) seawater pCO₂ during a year-long monitoring.

Key words: carbonate chemistry manipulation, ocean acidification.

RESUMEN

La evaluación de los efectos de la acidificación oceánica en la vida marina ha recibido creciente atención en la actual investigación marina. A escala de "mesocosmos" los niveles de CO₂ del agua de mar pueden ser manipulados para permitir la experimentación con organismos marinos (vertebrados e invertebrados). Una manipulación óptima de la química del carbono debiese emular exactamente los cambios esperado en la química del carbono. A pesar que algunos métodos han sido descritos en la literatura, el presente estudio describe en detalle un sistema simple, robusto y de bajo costo para acondicionar agua de mar enriquecida en CO₂ a través del burbujeo del agua de mar con mezclas de aire y CO₂. El sistema mezcla aire con CO₂ puro para producir dos niveles de pCO₂ utilizando para ello controladores de flujo másico. Las mezclas aire-CO₂ son enviadas a tambores con agua de mar y simultáneamente a un analizador de CO₂ para verificar los niveles de CO₂ en las mezclas aire-CO₂ burbujeadas en los recipientes. Monitoreamos el pH y la alcalinidad por más de un año con el objeto de documentar el desempeño de largo plazo de este sistema emulando la futura química del carbono en agua de mar en un laboratorio costero. Concluimos que el desempeño del sistema es suficiente para mantener niveles pCO₂ contrastantes (e.g., 397, 709, 1032 µatm) y relativamente constantes (el coeficiente de variación fue de 11 %, 9 % y 9 %, respectivamente) durante aproximadamente un año de monitoreo.

Key words: acidificación del océano, manipulación de la química de los carbonatos.