

IMPACTO DE LA ACIDIFICACIÓN EN LOS OCÉANOS: EVIDENCIAS DESDE EL OBSERVATORIO MARINO DE CAMBIO CLIMÁTICO PUNTA DE FUENCALIENTE

Carlos Sangil, Sara González-Delgado, Celso Hernández, Sofia Viotti, Beatriz Alfonso,
& José Carlos Hernández

Ecología de Comunidades Marinas y Cambio Climático
Universidad de La Laguna.

Resumen: Los afloramientos de CO₂ de la Punta de Fuencaliente (Islas Canarias), los cuales comenzamos a descubrir a partir de 2016, constituyen un laboratorio natural con gran potencialidad para la comunidad científica, puesto que en ellos se pueden estudiar a largo plazo donde los efectos de la acidificación del océano. Hasta el momento hemos encontrado cuatro zonas de afloramiento donde se produce una fuerte acidificación del agua marina aunque es muy probable la existencia de más zonas. La caracterización química de los afloramientos ha puesto de manifiesto la existencia de gradientes de pH acordes con las predicciones del IPCCⁱ, al mismo tiempo estos afloramientos no poseen burbujeo, afectan a varios hábitats y poseen zonas de control cercanas. En los primeros estudios biológicos hemos podido determinar la clara influencia de las aguas acidificadas en organismos intermareales como el burgado (*Phorcus sauciatus*) y en las comunidades bentónicas someras. Entre los efectos se destaca la corrosión y rotura de las estructuras calcáreas del burgado, los cuales pueden tener consecuencias indirectas para la ecología de la especie. En el caso de las comunidades bentónicas, podemos observar una clara pérdida de macroalgas calcáreas y macroalgas pardas estructurantes, así como un aumento de algas rojas filamentosas. En cuanto a las comunidades de macroinvertebrados, observamos que en los afloramientos son numerosas las anémonas *Anemonia sulcata*. Crustáceos y moluscos están prácticamente ausentes. Sorprendentemente, los erizos de mar *Arbacia lixula* y *Paracentrotus lividus*, a pesar de ser organismos calcáreos, muestran una adaptación a las aguas acidificadas.

Palabras clave: cambio climático, acidificación, biodiversidad marina, comunidades bentónicas, smart blue.

IMPACTO DE LA ACIDIFICACIÓN EN LOS OCÉANOS: EVIDENCIAS DESDE EL OBSERVATORIO MARINO DE CAMBIO CLIMÁTICO PUNTA DE FUENCALIENTE

Antecedentes

La acumulación de dióxido de carbono (CO₂) en la atmósfera ha desencadenado el calentamiento global de los océanos, pero este CO₂ también se está acumulando en los océanos alterando la química del agua y disminuyendo su pH en un proceso denominado acidificación del océano (AO). Desde el inicio de la revolución industrial los océanos se han acidificado un 30 % (equivalente a 0,1 unidades de pH), pero para finales de siglo se prevé una caída de entre el 150-200 % (equivalente a un descenso adicional de 0,3 unidades de pH) (IPCC¹, 2014). La acidificación provoca importantes cambios en vida marina, que no solo afectarán a los organismos que acumulan carbonatos en sus estructuras. El exeso de CO₂ también afectará a la producción primaria de las plantas, y al metabolismo en general de todos los organismos puesto que muchas de las reacciones enzimáticas son dependientes del pH. Como resultado se espera que las comunidades marinas sufran profundos cambios en su composición y abundancia que a su vez alterará por completo la función de ecosistemas marinos y los servicios que actualmente prestan (Harvey et al., 2013). Muchos de estos futuros cambios se han testado mediante aproximaciones experimentales en laboratorio, sin embargo este tipo de estudios tienen importantes limitaciones al no abarcar toda la biodiversidad del ecosistema, al no poder estudiar el ciclo de vida completo de las especies, y al ser estos estudios a corto plazo con una importante limitación temporal. Como alternativa

y para resolver todos aquellos inconvenientes derivados de trabajar en condiciones de laboratorio se realizan cada vez más estudios in situ en afloramientos naturales de CO₂. Actualmente se conocen unos 14 afloramientos de CO₂ todos ellos localizados en zonas con actividad volcánica cuyo CO₂ procede de los procesos de desgasificación. Los más conocidos y estudiados son los afloramientos en las praderas de *Posidonia oceanica* en Ischia, Italia (Hall-Spencer et al., 2008), y los afloramientos en ecosistemas de arrecife de Papúa Nueva Guinea, Japón y las Islas Marianas (Fabricius et al., 2011). Estos sistemas comparten una disminución significativa en la diversidad, biomasa y la complejidad trófica de las comunidades, con importantes disminuciones en la abundancia de organismos que contienen carbonato cálcico, y una mayor abundancia de macroalgas erectas no calcificantes. Recientemente (Hernández et al., 2016), encontramos una zona de surgencias de aguas acidas en la Playa de las Cabras (Fuencaliente, La Palma), en posteriores exploraciones encontramos entorno a la Punta de Fuencaliente un sistema con varios afloramientos de CO₂ (Hernández et al., 2017), los cuales están siendo objeto de estudio tanto en los parámetros físico-químicos de sus aguas, como en sus comunidades biológicas. Resultados preliminares como los que aquí presentamos sugieren que los afloramientos de CO₂ de la Punta de Fuencaliente tienen gran potencialidad para constituir un laboratorio natural para el estudio de los océanos del futuro.

Material y Métodos

Para evaluar las fluctuaciones de pCO₂ utilizamos un sensor de pCO₂ Turner Designs con un rango de medición de 4000 ppm. La variabilidad del pH fue estimada mediante un sensor de pH SBE 18 Seabird Electronics. La alcalinidad total fue calculada mediante un valorador potenciómetro, a partir de estas medidas se calcularon el resto de parámetros de la química del carbono. Parámetros poblacionales (densidad de población, estructura de tallas), así como el desgaste dureza y resistencia de la concha, fueron estudiados en el burgado *Phorcus sauciatus*. La estimación de la abundancia de las diferentes macroalgas fue realizada mediante metabarcoding, técnica que genética que identifica y cuantifica los taxones presentes en una muestra. El resto de organismos fue estimado mediante métodos clásicos de transectos y cuadrículas.

Resultados

Cuatro son los puntos de afloramiento de CO₂ detectados hasta la fecha: Las Cabras, Playa del Faro, Playa de Malpique y Lagunas de Echentive. En las Cabras el pH del agua de mar desciende hasta 7,86 unidades de pH, mientras que los niveles de saturación (Ω) de calcita y aragonito caen hasta valores de 4,26 y 2,79 respectivamente. En la Playa del Faro los valores mínimos registrados de pH fueron de 7,56 unidades en las zonas de afloramiento, generándose un gradiente de pH en la medida que nos separamos del mismo, entre 50 y 75 metros de este punto el pH del agua tienen valores normales. El pH en la zona de afloramiento varía en función de las mareas y del estado del mar. La saturación de calcita y aragonito presenta también valores anormalmente bajos. En la Playa de Malpique también se genera un gradiente similar a la Playa del Faro. Los valores de pH en las Lagunas de Echentive fluctúan entre 7,3 y 7,4 unidades de pH pudiendo descender a valores de 6,9 unidades, valores que contrastan con las 8,0 unidades de pH registrados en las Lagunas de Las Maretas (Aeropuerto de La Palma), un ambiente 'control' similar a las Lagunas de Echentive.

El efecto de la acidificación sobre las poblaciones de organismos es muy evidente en los afloramientos de CO₂, como mostró el estudio de la concha del burgado (*Phorcus sauciatus*). La pérdida del perióstraco de los ejemplares cercanos a las zonas de afloramiento provoca la disolución gradual de las capas mineralizadas de sus conchas. Los individuos de esta zona presentaron conchas corroídas, ápices truncados y severas lesiones en las capas mineralizadas. Como consecuencia la fuerza necesaria para inducir una fractura en la concha en las poblaciones del afloramiento es mucho menor que en las zonas con un pH normal. Esto podría tener consecuencias potenciales en la ecología de la especie, ya que la integridad de la concha es fundamental para soportar el estrés fisiológico, físico (e.g. desecación, oleaje) y mecánico (e.g. depredadores).

Las diferencias significativas en la abundancia tanto de macroalgas como de invertebrados, entre las zonas de afloramiento de CO₂ y son muy claras, y se evidencian por la disminución pronunciada de las especies calcificadoras. Las algas calcáreas están solo presentes en las zonas control y son sustituidas por otros taxones en las zonas de afloramiento, en general por especies de crecimiento efímero y cespitoso. En los afloramientos la abundancia de esponjas, crustáceos y moluscos, organismos caracterizados por presentar estructuras calcáreas (esqueleto interno, externo y concha respectivamente) es menor. Sin embargo son abundantes las poblaciones del cnidario *Anemonia sulcata*, al igual que las poblaciones de los erizos *Arbacia lixula* y *Paracentrotus lividus*, las cuales presentan una elevada tolerancia a las aguas ácidas.

Discusión y conclusiones

Los afloramientos de CO₂ de la Punta de Fuencaliente, originados la actividad volcánica de la isla, constituyen una zona muy interesante desde el punto de vista científico y divulgativo para el estudio de los procesos de acidificación de los océanos. Se trata de un lugar único donde se podría desarrollar investigaciones al más alto nivel. La existencia de gradientes ambientales de pH, CO₂, y de saturación de aragonito y calcita constituyen una ventana abierta a los océanos del futuro ya que las condiciones que aquí se generan son que se esperan para finales de siglo si las emisiones actuales de CO₂ a la atmósfera continúan en los niveles actuales.

Referencias

- Fabricius K. E., Langdon C., Uthicke S., Humphrey C., Noonan S., De'ath G., Okazaki R., Muehllehner N., Glas M. S. & Lough, J. M. (2011). Losers and winners in coral reefs acclimatized to elevated carbon dioxide concentrations. *Nature Climate Change*, 1(3), 165-169.
- Hall-Spencer J. M., Rodolfo-Metalpa R., Martin S., Ransome E., Fine M., Turner S. M., Rowley S. J., Tedesco D. & Buia M. C. (2008). Volcanic carbon dioxide vents show ecosystem effects of ocean acidification. *Nature*, 454(7200), 96-99.
- Harvey B. P., Gwynn-Jones D. & Moore P. J. (2013). Meta-analysis reveals complex marine biological responses to the interactive effects of ocean acidification and warming. *Ecology and Evolution*, 3(4), 1016-1030.
- Hernández C. A., Sangil C. & Hernández J. C. (2016). A new CO₂ vent for the study of ocean acidification in the Atlantic. *Marine Pollution Bulletin*, 109(1), 419-426.
- Hernández J.C., Sangil C., Hernández C.A., Epherra L., González-Delgado S., Viotti S., Alfonso B., Pérez-Álvarez C. (2017). Exploración de las surgencias submarinas de CO₂ en las costas de Fuencaliente. Technical Report. University of La Laguna, 58 pp.
- IPCC (2014). *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Core Writing Team, Pachauri, R. K. and Meyer, L. A. (eds.) pp. 151, Geneva (Switzerland).

Agradecimientos

Esta comunicación forma parte del proyecto 'Impactos de la acidificación de los océanos en la biodiversidad marina: evidencias desde un laboratorio natural', el cual ha sido financiado por la Fundación Biodiversidad en la 'Convocatoria de concesión de ayudas de la Fundación Biodiversidad, en régimen de concurrencia competitiva, para la realización de proyectos en materia de adaptación al cambio climático 2017'. Agradecemos al Ayuntamiento de Fuencaliente su ayuda logística. Fases iniciales de esta investigación fueron financiadas por el Cabildo de La Palma.

ⁱ Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)