

CONAMA 2020

CONGRESO NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE

EXTREME-REEF

Estudiando los efectos de climatología
extrema en los arrecifes costeros





Autor Principal: Karina Erazo-Ceballos (Universidad de Alicante)

Otros autores: Nuria Casado-Coy (Universidad de Alicante); Iraide Saez-Zamacona (Universidad de Alicante); Hugo Saiz (Universidad de Berna); Manuel Jaime Baeza (Universidad de Alicante); Carlos Sanz-Lázaro (Universidad de Alicante).

EXTREME-REEF

Estudiando los efectos de climatología extrema en los arrecifes costeros

Palabras Clave

Arrecifes, cambio climático, ciencia ciudadana, contaminación marina, especies invasoras, eventos extremos.

Resumen

El cambio climático es uno de los factores de estrés ambiental más importantes cuyos impactos se esperan que sigan aumentando en los próximos decenios. Generalmente se estudian las consecuencias ecológicas derivadas de las modificaciones medias en parámetros ambientales debido al cambio climático. Pero el cambio climático también modifica el régimen de perturbaciones de los ecosistemas, y entre ellas, los eventos climáticos extremos, que juegan un papel clave en la estructuración de los ecosistemas debido a sus características catastróficas. EXTREME-REEF es un proyecto que pretende aumentar el conocimiento de los impactos ocasionados por el aumento de eventos extremos derivados del cambio climático en las Áreas Marina Protegida y sus posibles efectos multiplicativos con otros factores de estrés ambiental como la contaminación. Dicho proyecto se centra en el hábitat marino de interés comunitario arrecife (1170). Mediante experimentos se simulan diferentes tipos de eventos extremos y se analiza su efecto en la comunidad biológica inter- y submareal, prestando especial atención al alga invasora *Caulerpa cylindracea*. La información obtenida se podrá utilizar para actualizar el estado de 3 descriptores previstos en la Estrategia Marina [Biodiversidad (D1), especies alóctonas invasoras (D2) y Eutrofización (D5)] de tal forma que se obtendrá conocimiento científico base para la toma de decisiones respecto a la adaptación y mitigación al cambio climático. Además, se realizarán acciones de divulgación sobre los efectos del cambio climático al sector turístico con herramientas de adaptación, combinadas con acciones de diseminación y concienciación ambiental activa aplicando la ciencia ciudadana. En esta comunicación se muestran los resultados iniciales del proyecto, que apuntan a que una tormenta extrema afecta en mayor medida a la estructura de la comunidad biológica que varias tormentas de menor intensidad, siendo mayor el impacto en la zona que está sufriendo una alta presión antrópica. En esta zona, el tiempo de recuperación de la comunidad también fue mayor. La zona intermareal fue más resistente y resiliente a tormentas extremas que un ecosistema más estable como la zona submareal. Nuestros resultados sugieren que los efectos de los eventos extremos en las comunidades biológicas podrían verse reforzados cuando coexisten con otras presiones.

Datos del proyecto

EXTREME-REEF es un proyecto de dos años de duración que comenzó en julio de 2020 financiado por la Fundación Biodiversidad, dentro de la convocatoria de Biodiversidad Marina.

Necesidad del proyecto

Las consecuencias ecológicas del cambio climático se han estudiado principalmente en las modificaciones medias en parámetros ambientales debido al cambio climático¹. Pero el cambio climático también modifica el régimen de perturbaciones de los ecosistemas, y entre ellas, los eventos climáticos extremos, que juegan un papel clave en la estructuración de los ecosistemas debido a sus características catastróficas².

Actualmente, debido a la gran cantidad de impactos antropogénicos que se están produciendo actualmente, en muchos casos los ecosistemas están bajo la influencia de más de un factor de estrés ambiental³. Sin embargo, los estudios generalmente realizan experimentos de un solo factor, por lo tanto, sus consecuencias ecológicas no se pueden predecir si las diferentes perturbaciones se estudian por separado. Además, comprender los efectos heredados de los eventos extremos en los ecosistemas es fundamental, ya que se espera que su ocurrencia aumente debido al cambio climático⁴. Se han propuesto varias metodologías para desarrollar estudios más realistas^{5,6} y abordar estas lagunas de conocimiento, que se necesitan con urgencia como paso previo para ayudar a los gestores ambientales en el diseño de estrategias de adaptación frente al cambio climático.

Objetivos

El objetivo general de EXTREME-REEF es evaluar el efecto de los impactos ocasionados por el cambio climático (CC) en AMP debido a la eutrofización del hábitat marino de interés comunitario arrecife (1170) y a la expansión del alga invasora *C.aulerpa cylindracea*. Los objetivos específicos son:

- Investigar el efecto de eventos extremos por tormentas, mareas bajas y desecación en las comunidades biológicas de los arrecifes biogénicos de *Dendropoma sp.* y su diversidad y su interacción con la eutrofización y la especie invasora *C. cylindracea*
- Promover acciones de conservación y uso sostenible de la biodiversidad para contribuir activamente a la mitigación y adaptación al cambio climático
- Asesorar para promover medidas de gestión del hábitat arrecife (1170) frente a procesos extremos
- Aumentar la implicación de diferentes sectores de la sociedad mediante acciones de ciencia ciudadana (sector pesquero, buceo, científico, asociaciones ciudadanas, administración local, regional y estatal, etc.)

Experimentación

En la parte experimental se realizan dos experimentos manipulativos simulando dos tipos de eventos extremos que afectan a los arrecifes costeros: tormentas y mareas bajas, en los arrecifes biogénicos de *Dendropoma sp.* y su interacción con la eutrofización y la especie invasora *C. cylindracea* mediante simulación experimental. Dichos experimentos se realizan en dos playas rocosas de la ciudad de Alicante, una en cabo de la Huertas donde el grado de antropización es bajo y otra en la playa de Agua Amarga donde el grado de antropización es alto debido a la cercanía a un emisario de una estación depuradora de aguas residuales. Para evaluar el efecto del cambio del régimen de perturbación, diseñamos un gradiente de tormentas o baja mar variando inversamente la frecuencia e intensidad, y manteniendo constante la intensidad total general de las perturbaciones, creando los siguientes tratamientos: una perturbación muy intensa, dos perturbaciones intensas, tres perturbaciones moderadas y seis perturbaciones suaves⁶.

El experimento se realiza en la zona intermareal y submareal en localidades con distintos grados de afectación por la eutrofización. Para simular eventos extremos de tormentas se toman parcelas experimentales delimitadas con masilla epoxi. En dichas parcelas se simulará el efecto de las tormentas que causan la eliminación de los organismos, siempre evitando estar en la zona donde se encuentre *Dendropoma sp.*, para no afectarle. Para simular los eventos extremos de baja mar se usan placas que han sido previamente colonizadas por organismos de la zona submareal que mimeticen la comunidad natural. Después se simulan episodios de bajamar mediante la colocación de dichas placas fuera del agua. En ambos experimentos, posteriormente se muestrea la comunidad biológica y se realizan medidas de biodiversidad durante los meses posteriores prestando especial atención a la especie invasora *C. cylindracea*. La metodología y análisis estadísticos se usarán los publicados por Sanz-Lázaro^{6,7}.

Divulgación y comunicación del proyecto

Además de las acciones clásicas como nota de prensa, entrevista de radio, participación en congresos, elaboración de artículos científicos y publicaciones en redes sociales, este proyecto realiza rutas de divulgación ambiental involucrando a colectivos desfavorecidos y para ello colabora con la [asociación Tamarit](#) que trabaja con personas con diversidad intelectual para que conozcan la importancia de preservar el hábitat Arrecife (1170) y los efectos ambientales que el cambio climático está ocasionando.

El proyecto integra la ciencia ciudadana mediante el uso de la aplicación de [Observadores del mar](#) y el uso de la guía metodológica Centinelas del Mar⁸. Se realizan charlas en chiringuitos, clubs de deportes acuáticos, centros de buceo y con el grupo de voluntariado ambiental de la Universidad de Alicante para sensibilizar a distintos usuarios y promover la participación activa de la ciudadanía para involucrar a cada sector en la identificación de evidencias del cambio climático y sus consecuencias derivadas, como la introducción de especies invasoras.

Interlocución con grupos de interés

Se realizan reuniones de coordinación y exposición de los resultados obtenidos con distintos grupos de interés para integrar su perspectiva en la elaboración del informe para la adaptación al cambio climático en Áreas Marinas Protegidas

Asesorar para promover medidas de gestión del hábitat arrecife (1170) frente a procesos extremos

Como producto final el proyecto transferirá la información obtenida y tratada para que pueda ser útil para los Ministerios correspondientes (MTERD y MAPA) y a nivel autonómico (Conselleria de Agricultura, Desarrollo Rural, Emergencia Climática y Transición Ecológica) de los parámetros utilizados en la investigación para enriquecer el proyecto ADAPTECCA y para aportar información sobre el estado ambiental de la Demarcación marina levantino-Balear del Descriptor 2: Abundancia y distribución especies alóctonas establecidas y del Descriptor 5: Eutrofización.

Resultados preliminares

Presentamos los primeros resultados obtenidos en los experimentos realizados en relación con las tormentas extremas. Los Análisis de la Varianza Permutacional (PERMANOVA) basados en los datos de cobertura de la comunidad sésil obtenidos en el experimento, mostraron que a corto plazo, la comunidad biológica afectada por una tormenta muy intensa, difiere en mayor medida con la comunidad que no ha sufrido ninguna tormenta, que otras comunidades que se han visto afectadas por tormentas más frecuentes, pero de menor intensidad. Además, el efecto de la tormenta extrema es mayor en la zona que sufre una mayor antropización (Cuadro 1). Estos resultados sugieren que una tormenta extrema tiene un mayor efecto en la estructura de la comunidad biológica que varias tormentas de menor intensidad, siendo mayor el impacto en la zona que está sufriendo una alta presión antrópica.

En cuanto a los efectos de las tormentas simuladas en la recuperación de las comunidades biológicas (efecto a largo plazo), al comparar las comunidades biológicas que sufrieron algún tipo de tormenta con la comunidad que no sufrió ninguna, hubo una tendencia de todas las comunidades manipuladas a parecerse más al no manipulado con el tiempo. En todos los casos, después de 400 días todas las comunidades manipuladas parecían estar completamente recuperadas, ya que no mostraban diferencias significativas con la comunidad no manipulada. La recuperación tomó más tiempo en la costa rocosa con una alta presión antrópica tanto en la zona intermareal como en la submareal. Al comparar ambas zonas, la intermareal tardó menos en recuperarse que las zonas submareales independientemente del nivel de presión antrópica (Figura 1). Los resultados sugieren que el tiempo de recuperación después de una tormenta, es mayor en comunidades que sufren gran presión antrópica. La zona intermareal parece ser más resistente y resiliente a tormentas extremas que un ecosistema más estable como la zona submareal. Nuestros resultados sugieren que los efectos de los eventos extremos en las comunidades biológicas podrían verse amplificados cuando coexisten con otras presiones antrópicas.

Cuadro 1. Efecto de las tormentas en la comunidad biológica a corto plazo. Comparaciones de la estructura de la comunidad biológica [valor P de la prueba por pares del Análisis de la Varianza Permutacional (PERMANOVA)] entre el control no manipulado y cada nivel de las tormentas simuladas (gradiente de 6 tormentas leves, 3 tormentas moderadas, dos tormentas

fuertes y una tormenta muy fuerte) en dos costas rocosas que sufren distintos niveles de antropización. Las tormentas se realizaron durante dos tiempos distintos del año y los resultados de ambos tiempos están integrados. Los niveles significativos se muestran en **negrita**.

Tipo de tormentas	Zona poco antropizada		Zona muy antropizada	
	Intermareal	Submareal	Intermareal	Submareal
Leves	0.116	0.014	0.377	0.212
Moderadas	0.152	0.07	0.252	0.481
Intensas	0.092	0.037	0.411	0.619
Muy intensa	0.066	0.0007	0.004	0.0002

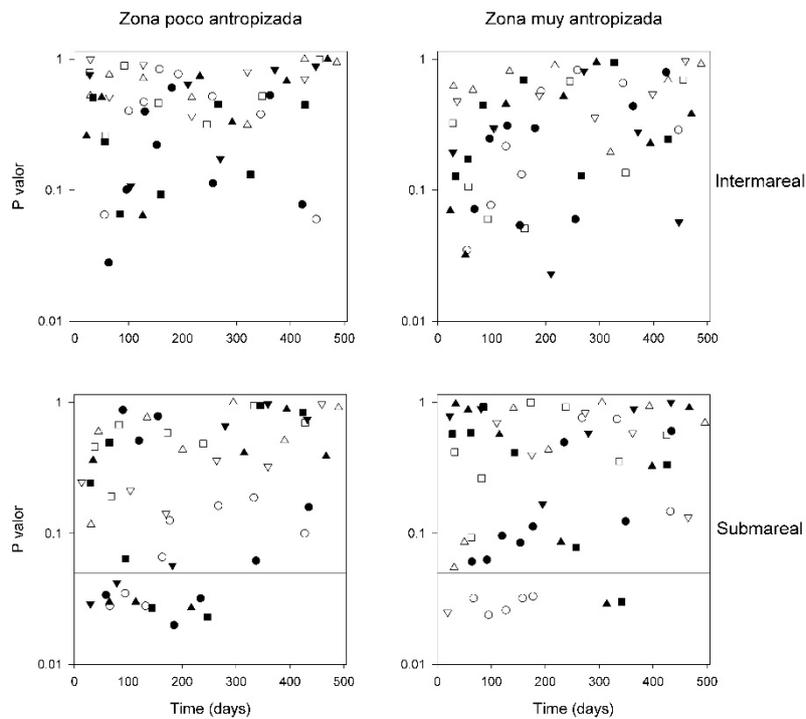


Figura 1. Efecto de las tormentas en la recuperación de la comunidad biológica (largo plazo). Comparaciones de la estructura de la comunidad biológica [valor P de la prueba por pares del Análisis de la Varianza Permutacional (PERMANOVA)] entre el control no manipulado y cada nivel de las tormentas simuladas (gradiente de 6 tormentas leves, triángulos apuntando para abajo; 3 tormentas moderadas, triángulos apuntando para arriba; dos tormentas fuertes, cuadrados; y una tormenta muy fuerte, círculos) en dos costas rocosas que sufren distintos niveles de antropización para todos los muestreos realizados después de la última perturbación simulada. Las tormentas se realizaron durante dos tiempos distintos del año (colores negro y blanco). La línea continua indica el valor P de 0.05. El eje Y está representado en escala logarítmica.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Jentsch A, Kreyling J, Beierkuhnlein C. A new generation of climate-change experiments: events, not trends. *Front Ecol Environ*. 2007;5(7):365–74.
- [2] Easterling DR, Meehl GA, Parmesan C, Changnon SA, Karl TR, Mearns LO. Climate extremes: observations, modeling, and impacts. *Science*. 2000;289(5487):2068–74.
- [3] Wernberg T, Smale DA, Thomsen MS. A decade of climate change experiments on marine organisms: procedures, patterns and problems. *Glob Chang Biol*. 2012;18(5):1491–8.
- [4] Cai W, Lengaigne M, Borlace S, Collins M, Cowan T, McPhaden MJ, et al. More extreme swings of the South Pacific convergence zone due to greenhouse warming. *Nature*. 2012;488(7411):365–9.
- [5] Boyd PW, Collins S, Dupont S, Fabricius K, Gattuso J, Havenhand J, et al. Experimental strategies to assess the biological ramifications of multiple drivers of global ocean change—a review. *Glob Chang Biol*. 2018;24(6):2239–61.
- [6] Sanz-Lázaro C. Climate extremes can drive biological assemblages to early successional stages compared to several mild disturbances. *Sci Rep*. 2016;6(1): 1-9.
- [7] Sanz-Lazaro C. A Framework to Advance the Understanding of the Ecological Effects of Extreme Climate Events. *Sustainability*. 2019;11(21):5954.
- [8] Cuadros A, García JA, Charton. Centinelas del Mar. Guía metodológica. 1–126 p.