

## DISCURSO DE RECEPCIÓN DEL PREMIO ATENEA 2018 AL MEJOR ARTÍCULO CIENTÍFICO: “ECOLOGICAL AND EVOLUTIONARY IMPACTS OF CHANGING CLIMATIC VARIABILITY”, DE DIEGO VÁZQUEZ, ERNESTO GIANOLI, WILLIAM MORRIS Y FRANCISCO BOZINOVIC\*

ERNESTO GIANOLI\*

**P**RIMERO QUE NADA, y a nombre de todos los coautores del artículo premiado, quiero agradecer a la revista *Atenea* por esta valiosa distinción que nos llena de orgullo. Para mí el sentimiento es particularmente especial, pues inicié mi carrera como académico en la Universidad de Concepción y desde el primer día me sentí plenamente identificado con su lema-guía “Por el desarrollo libre del espíritu”. Esto último se refleja en la filosofía de los Premios Atenea, que integran las humanidades con las ciencias, que no son otra cosa que distintas expresiones del mismo fuego creador y explorador que alimenta la esencia del ser humano desde sus orígenes.

El artículo, en realidad un ensayo de revisión y síntesis, lleva por título “Ecological and evolutionary impacts of changing climatic variability” y fue publicado en el número 92 de la revista científica *Biological Reviews* (2017). Los autores son Diego Vázquez (Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Áridas y Universidad Nacional de Cuyo, Argentina), Ernesto Gianoli (Universidad de La Serena y Universidad de Concepción), William F. Morris (Duke University, EEUU) y Francisco Bozinovic (P. Universidad Católica de Chile).

La historia detrás de la gestación de este artículo merece ser reseñada. Todo comenzó con un curso corto en la ciudad de Cusco, Perú, que en noviembre de 2012 ofrecimos Diego Vázquez, Francisco Bozinovic y yo (junto con un colega uruguayo, Daniel Naya). El curso, “Ecología del Cambio Global: efectos y respuestas”, fue organizado por la Red Iberoamericana de Ecología de la Conservación” (CYTED) y tenía como objetivo entregar

\* Pronunciado en la Casa del Arte de la Universidad de Concepción, el 31 de mayo de 2019.

\*\* Doctor en Ciencias. Académico del Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad de La Serena, La Serena, Chile. Correo electrónico: egianoli@userena.cl.

a 20 estudiantes graduados (o en proceso de graduación) información actualizada y de primera mano sobre aspectos conceptuales de los efectos de componentes del cambio global sobre las comunidades ecológicas y sobre las respuestas de los organismos frente a dichos efectos, promoviendo la discusión crítica de la evidencia entre los estudiantes. La idea de fondo era hacer llegar este curso, a cargo de especialistas de la región, a un grupo académico postergado y con escaso acceso a la ciencia de corriente principal (y hacerlo de manera gratuita). El objetivo se cumplió con creces, y al final de las sesiones del curso surgió, por iniciativa de Francisco Bozinovic, la idea de reunir nuestros aportes al curso, que venían desde distintas aproximaciones al problema, en un artículo de comentario o de revisión. Con los meses de discusión a través del correo electrónico la idea creció y evolucionó hasta tomar la forma del ensayo premiado.

El contexto dentro del cual planteamos las ideas del artículo es el cambio climático a escala global. En particular, nos enfocamos en un aspecto relativamente poco explorado del cambio climático, porque casi todos tienen claro que la temperatura media del planeta está aumentando, pero es menos conocido el fenómeno del aumento de la variabilidad climática. Así, no solamente aumenta la temperatura media, o disminuye la precipitación media, también se incrementa la varianza en el clima. En palabras simples, no solamente hace más calor y llueve menos, sino que también son más frecuentes los eventos de calor extremo o frío extremo (o sequías/lluvias extremas). De manera general, en el artículo revisamos y discutimos la evidencia acerca de los impactos del aumento de la variabilidad climática y de los eventos climáticos extremos sobre procesos fisiológicos, ecológicos y evolutivos, abarcando varios niveles de organización biológica: desde individuos hasta poblaciones y comunidades. Específicamente, organizamos el trabajo en cuatro secciones: I) Fisiología, desempeño individual y adecuación biológica, II) Plasticidad fenotípica, III) Demografía y dinámica poblacional, y IV) Interacciones entre especies y estructura de la comunidad. A continuación, resumiré las conclusiones centrales o los principales hallazgos de cada sección.

*I. Fisiología, desempeño individual y adecuación biológica.* Considerando las características de la función que describe la asociación entre temperatura corporal y desempeño individual en organismos ectotermos (i.e., los que requieren de fuentes externas de calor y no pueden regular su temperatura corporal), es claro que cuando la temperatura del ambiente está por debajo del óptimo térmico del organismo, la variación climática en temperatura

puede aumentar o disminuir el desempeño fisiológico, pero cuando la temperatura del ambiente es igual o mayor a dicho óptimo térmico, la variación climática en temperatura siempre tiene un efecto negativo sobre el desempeño. Por lo tanto, el incremento en la variación climática (fenómeno ya registrado y cuya magnitud se espera que aumente) tendrá un efecto más perjudicial en ectotermos (e.g., insectos, reptiles, anfibios) que habitan las regiones más cálidas del planeta, como los trópicos de tierras bajas o los desiertos.

*II. Plasticidad fenotípica.* Desde un punto de vista teórico, por largo tiempo se ha supuesto que la plasticidad fenotípica (i.e., la modificación en la expresión del fenotipo en respuesta a cambios en el ambiente) debiera ser más prevalente en hábitats con alta heterogeneidad ambiental, pues su valor adaptativo allí sería mayor. Esto resulta particularmente importante en el contexto actual de incremento de la variabilidad climática. Sin embargo, hasta hace poco la evidencia al respecto era escasa y estaba dispersa. Tras hacer un meta-análisis cualitativo de la evidencia experimental en estudios ejecutados en plantas (al no ser organismos móviles, su exposición al clima es permanente), encontramos la tendencia –estadísticamente significativa– de que las poblaciones en ambientes más variables (en disponibilidad hídrica y temperatura) presentan mayor plasticidad fenotípica en rasgos fisiológicos y morfológicos. Además, discutimos que, dada la velocidad del cambio climático, la plasticidad fenotípica podría ser un mecanismo de adaptación más eficiente que la microevolución.

*III. Demografía y dinámica poblacional.* En cuanto al efecto a largo plazo de la variabilidad climática sobre las tasas promedio de crecimiento poblacional anual, un ejercicio de modelación matemática encontró que la naturaleza de los efectos (i.e., si serán positivos o negativos) del incremento en la variabilidad climática dependerá de los siguientes factores: i) la historia de vida del organismo (i.e., la temporalidad de sus procesos reproductivos), ii) las tasas vitales particulares (vinculadas a mortalidad o natalidad) cuyas variabilidades experimentan el cambio y el grado de correlación entre dichas tasas, iii) el tipo de variabilidad ambiental involucrado (si es dependiente o independiente del cambio inmediatamente anterior), iv) el efecto del cambio climático en la frecuencia de eventos de perturbación (e.g., incendios, erupciones volcánicas, huracanes) con impactos poblacionales, y v) el grado de variación *dentro de vs. entre* las fases del ciclo de recuperación poblacional post-perturbación.

IV) *Interacciones entre especies y estructura de la comunidad.* Es esperable que el cambio en el clima afecte las interacciones consumidor-recurso. Así, si la respuesta fisiológica, de desarrollo o poblacional del recurso (por ejemplo, una planta) frente al clima es diferente de la misma respuesta por parte del consumidor (por ejemplo, un herbívoro) se producirán “desajustes fenológicos”, es decir que sus respectivas fases de desarrollo ya no coincidirán en el tiempo. Los modelos que consideramos predicen que la magnitud de los desajustes fenológicos será mayor en un escenario de mayor variabilidad climática, dificultando la adaptación que ya se ha podido observar frente a cambios graduales (e.g., cambio en fecha de puesta de huevos en aves frente a cambios en la disponibilidad de larvas de insectos para poder criar sus polluelos). Estos desajustes serán particularmente fuertes en los límites de los rangos de distribución geográfica de las especies, reduciendo así dichos rangos al minimizar la ocurrencia de valores extremos en las curvas fenológicas (en comparación con el centro).

Concluimos el artículo resaltando que los puntos discutidos ilustran la importancia que puede tener la variabilidad climática para la ecología y evolución de los organismos, y para la biodiversidad en general, en el contexto actual de cambio climático. Sin embargo, dicho incremento en la variabilidad climática ha recibido menos atención y estudio por parte de los medios de comunicación y la comunidad científica, respectivamente, si se compara con lo que ocurre con los cambios en los promedios climáticos. Confiamos en que el presente trabajo contribuya a mitigar este desbalance y promueva nuevos estudios en esta línea de investigación, al mismo tiempo interesante para la ciencia y relevante para la sociedad.