

E) Todos iguales, todos diferentes: Divergencia fenotípica en un caracol intermareal inducida por el estrés ambiental

Nicolás Bonel, Lara Cifola, Melisa Perl, Julia Pizá y Pilar Alda
Genética y Ecología Evolutiva, CERZOS, CONICET-UNS.

No hay nada permanente, excepto el cambio... (Heráclito de Éfeso, 540 a. C)

La plasticidad fenotípica es una característica común en la naturaleza y es la capacidad de un organismo (o de un solo genotipo) para expresar diferentes fenotipos en respuesta a condiciones ambientales variables. La plasticidad es clave en la configuración de las respuestas fenotípicas a la heterogeneidad ambiental ya que favorece la persistencia de las poblaciones que se enfrentan a nuevas condiciones ambientales estresantes provocadas por el cambio climático.

La zona intermareal exhibe una gran variabilidad en los factores ambientales debido principalmente al ciclo de mareas que genera áreas en la costa que están alternativamente inmersas y expuestas. La zona superior del intermareal se caracteriza por elevados niveles de desecación y temperaturas y salinidad extremas, mientras que la zona inferior suele permanecer cubierta de agua minimizando el estrés ambiental. La naturaleza transitoria del hábitat intermareal, de condiciones marinas a terrestres, genera presiones ambientales contrastantes causando un estrés que afecta significativamente la fisiología y la ecología de estos organismos. Estas presiones ambientales contrastantes a lo largo de la distribución vertical plantean un desafío particular para los organismos intermareales: **es poco probable que un mismo fenotipo sea el más apto para la variedad de factores estresantes presentes en el intermareal.** Como resultado, pueden surgir algunas estrategias: (i) un fenotipo generalista (probablemente con mala adaptación), (ii) plasticidad fenotípica que promueve diferentes fenotipos en diferentes condiciones, o (iii) una diferenciación genética local, que contribuye a la variación fenotípica entre hábitats, favorecida por el flujo restringido de genes a través de la selección del hábitat. Para entender cómo las especies afrontan este desafío, el primer paso es observar la variación fenotípica de los organismos intermareales y su relación con los microhábitats caracterizados por diferentes fuentes de estrés.

Recientemente, analizamos el efecto de presiones ambientales contrastantes en rasgos fenotípicos externos e internos del caracol intermareal *Heleobia australis* (Cochliopidae) que habita en el estuario de Bahía Blanca (Bonel *et al.*, 2021). Este gasterópodo posee una amplia dispersión geográfica favorecida por el estadio de larva veliger planctotrófico y es la especie macrofaunística bentónica más común en los estuarios y lagunas costeras. En el estuario muestreamos ejemplares de subpoblaciones pertenecientes a diferentes hábitats de la zona intermareal. Los hábitats a lo largo de la distribución vertical se pueden caracterizar en planicies, marismas y pozas de marea. Las planicies y marismas se encuentran en la zona superior y drenan durante la marea baja, aunque las planicies están libres de vegetación y las marismas están cubiertas por espartillo de cangrejal (*Spartina alterniflora*). Las pozas de marea están libres de vegetación, pero permanecen cubiertas por el agua durante la marea baja y se encuentran en la zona inferior del intermareal (Figura 1). Las variables fenotípicas medidas fueron el tamaño y la forma de la concha y de la abertura, entre otras. También se analizó la forma y el tamaño del pene en individuos provenientes de cada ambiente y criados en condiciones laboratorio desde juveniles a adultos.

Los caracoles de la zona superior mostraron conchas más pequeñas y globosas, con aberturas más pequeñas, mientras que los de la zona inferior mostraron características opuestas. En las marismas y planicies hay un mayor estrés térmico y salino y de desecación. En ese contexto, se reduce drásticamente el tiempo de alimentación y la tasa de absorción de carbonato de calcio del agua (necesario para el desarrollo de la concha), disminuyendo la tasa de crecimiento. A su vez, el menor tamaño de la abertura está correlacionado con un aumento en la resistencia a la desecación. Las diferentes fuentes de estrés en la zona superior generaron cambios significativos en la expresión de los rasgos de la concha hacia valores medios más bajos con respecto a los de la zona inferior. Por otro lado, encontramos diferencias de tamaño del pene en los individuos criados en condiciones estándares de laboratorio, por lo que se descarta el efecto del ambiente (Bonel *et al.*, 2021). También descartamos que haya una relación con el tamaño del individuo. Esta evidencia sugiere que la variación en el tamaño del pene podría deberse a diferencias genéticas entre los individuos de cada hábitat, probablemente relacionado con una restricción del flujo génico entre hábitats. Esto ocurriría si las condiciones estresantes del hábitat limitan la dispersión larvaria. De ser así, es esperable un aumento del reclutamiento localizado donde los individuos estarían sometidos a fuentes de estrés locales, lo que favorecería la diferenciación genética local.

Estos resultados, y otros obtenidos en ese estudio¹, apoyan la hipótesis de que el efecto combinado de la plasticidad fenotípica y la selección local favoreció la expresión de rasgos potencialmente beneficiosos en *Heleobia australis* en respuesta a las fuentes de estrés de cada hábitat. Los próximos pasos se centrarán en determinar si las respuestas observadas son puramente plásticas o si también tienen una base genética (Bonel *et al.*, 2021).

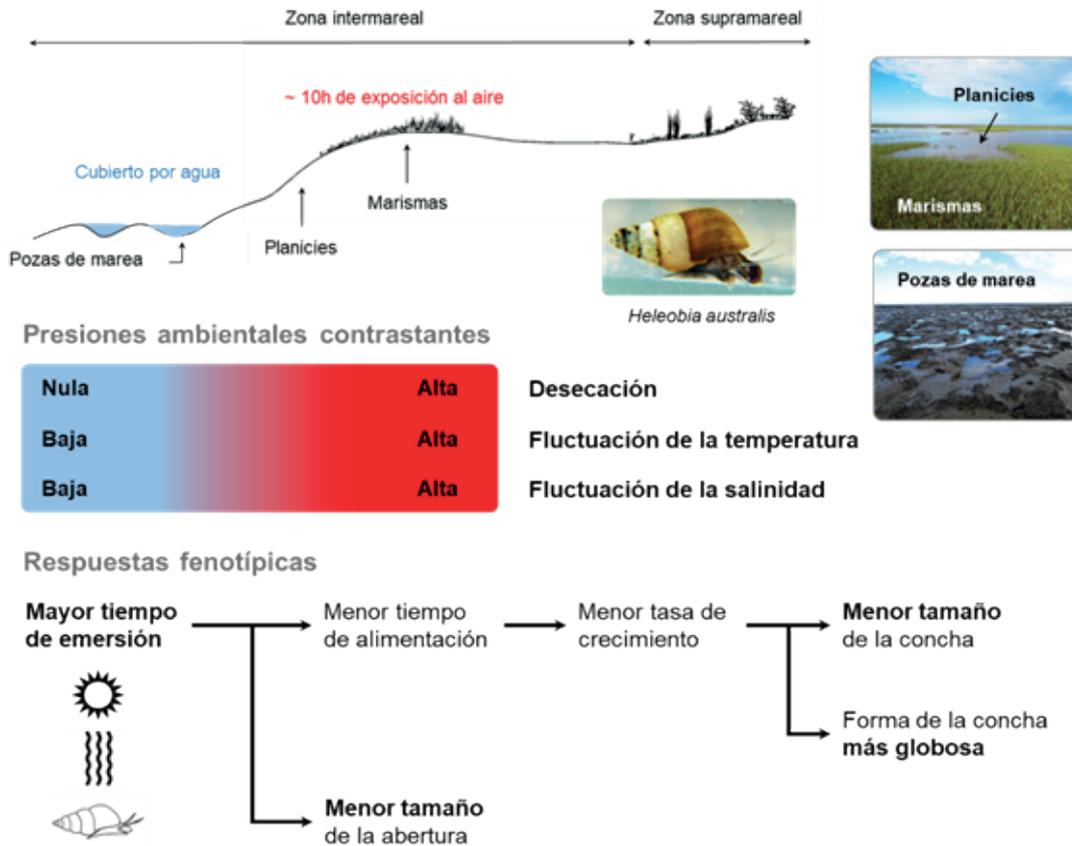


Figura 1. Variación morfológica de la concha del caracol intermareal *Heleobia australis* del estuario de Bahía Blanca, Argentina. Las respuestas fenotípicas fueron inducidas por el estrés ambiental presente en hábitats de la zona alta del intermareal (marismas y planicies) donde los caracoles experimentaron tiempos de emersión prolongados quedando expuestos a condiciones cálidas y secas durante la marea baja. Se observaron valores medios más bajos de rasgos morfológicos en relación con los de condiciones de menor estrés ambiental (pozas de mareas), que mostraron respuestas fenotípicas opuestas. También se observaron otras diferencias ecológicas (e.g. variación en la densidad poblacional) y fenotípicas (e.g. variación en el espesor de la concha, en la morfología de la abertura, y en el peso corporal) en respuesta a diferentes presiones abióticas (estrés térmico y salino) y bióticas (depredación y parasitismo). Estos resultados están presentados en Bonel y colaboradores (2021).

Referencias

Bonel, N., Pointier, J. P., & Alda, P. (2021). Environmental stressors induced strong small-scale phenotypic differentiation in a wide-dispersing marine snail. *Marine Ecology Progress Series*, 674, 143-162.