5.3. Anfibios y cambio global en Sierra Nevada

González-Miras, E.[1]; Ballesteros-Duperón, E.[1] y Benítez, M.[2]

[1] Agencia de Medio Ambiente y Agua de Andalucía [2] Universidad de Granada

Resumen

Los anfibios, por sus particularidades fisiológicas y ecológicas, constituyen uno de los grupos más sensibles a los efectos del cambio global. Entre los años 2009-2013 se han estudiado diferentes aspectos de su ecología relacionados con la temperatura y la disponibilidad hídrica en Sierra Nevada. Los datos obtenidos permiten inferir cambios en las comunidades de anfibios de Sierra Nevada entre los que destacan: un desplazamiento de los anfibios en altitud, mayor competencia entre especies que se reproducen en medios permanentes, modificaciones en el tamaño de los metamórficos y la expansión de enfermedades emergentes.

Objetivos y metodología

Se han recopilado todas las citas de anfibios y se han agrupado en dos periodos: citas antiguas (anteriores a 2005) y actuales (posteriores a 2008). Se compara la distribución altitudinal de las diferentes especies detectadas en los dos periodos considerados.

Se ha estudiado también la fecha de puesta de tres especies de anfibios en 60 masas de agua distribuidas a lo largo de un gradiente altitudinal y de orientación. De las especies estudiadas, dos se reproducen en medios permanentes (*Alytes dickhilleni* sapo partero bético y *Bufo spinosus* sapo común) y otra en medios temporales (*Bufo calamita* sapo corredor).

Se pesaron y midieron metamórficos de sapo partero bético en un gradiente altitudinal. Se midió también la temperatura del agua en continuo, empleando registradores automáticos ("*dataloggers*") en 13 lugares de reproducción distribuidos a lo largo del gradiente. Los datos se recogieron de junio a octubre, a intervalos regulares de 30 minutos y se compararon con la temperatura óptima de crecimiento a fin de obtener el margen de seguridad térmica y la tolerancia al calentamiento.

Adicionalmente se ha realizado un seguimiento en 15 charcas temporales situadas a lo largo de tres gradientes altitudinales. Se registró el hidroperíodo y el éxito reproductor para cada especie. En el caso del sapo partero bético se ha registrado el éxito en la metamorfosis en 18 zonas sometidas a distinto grado de manejo, con la finalidad de crear una red de alerta temprana de la quitridiomicosis. Finalmente, también para esta especie, se marcaron el 40-50% de las larvas de 5 arroyos (con elastómeros visibles). Se marcaron con diferentes colores para determinar los desplazamientos entre pozas.

Resultados

En los últimos 30 años hay 5 especies que han ascendido altitudinalmente. Esta tendencia es significativa para la rana común (*Pelophylax perezi*), para el sapo común y para el sapillo pintojo (*Discoglossus jeanneae*) (Tabla 1 y Figura 1).

Para el sapo partero bético y el sapo común existe un claro retardo fenológico conforme ascendemos en altura (Figura 2), lo que está claramente relacionado con la temperatura. Estas dos especies, que a menudo se reproducen en los mismos lugares, se encuentran actualmente desacopladas fenológicamente, lo cual puede reducir la posible competencia interespecífica [10].

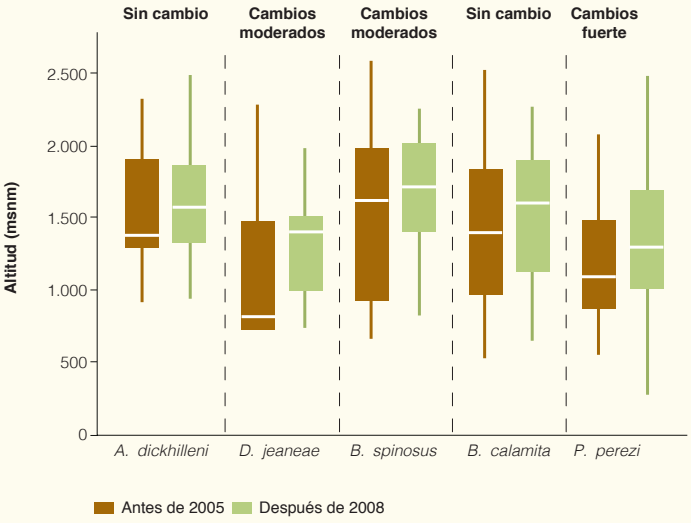
Las larvas de la mayoría de las poblaciones de sapo partero bético en Sierra Nevada soportan temperaturas de agua bajas en relación a su óptimo fisiológico, lo cual es especialmente patente en el caso de las que se reproducen en arroyos. Los medios artificiales estudiados presentan una temperatura más adecuada para el desarrollo de los anfibios. Aunque el desarrollo en los lugares fríos es más lento, el tamaño y el peso final de los metamórficos es mayor (Figura 3).

Tabla 1

Especie	Medio Acuá-tico utilizado	N anterior 2005	N posterior 2008	Altitud media anterior 2005	Sd	Altitud media posterior 2008	Sd	W	t	g.l.	P
A. dickhilleni	Permanente	18	32	1.548,72	413,83	1.629,03	416,82		0,74	17	0,47
B. spinosus	Permanente	62	80	1.519,39	605,18	1.692,20	376,49		2,11	61	0,03*
B. calamita	Temporal	23	26	1.445,65	556,15	1.497,38	501,66		1,21	22	0,24
P. perezi	Permanente	85	130	1.215,36	426,90	1.306,63	487,47		9,23	84	0,00**
D. jeanneae	Temporal	22	8	1.180,27	539,27	1.322,12	422,38	28	-----	-----	0,02*
P. ibericus	Temporal	2	-	1.482,00		------			-----	-----	-----
H. meridionalis	Temporal	7	-	764,00		------			-----	-----	-----

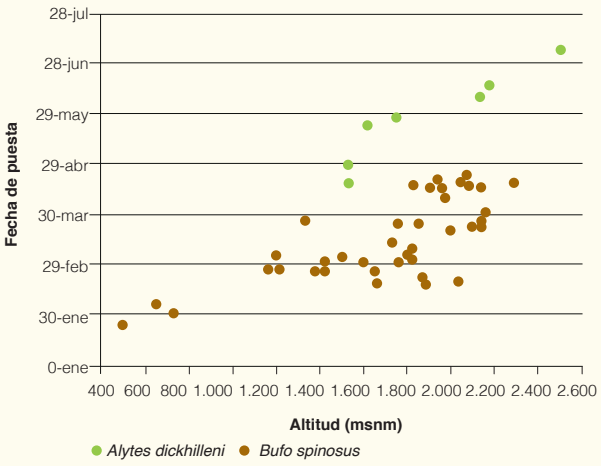
Número de citas y altitud media de los anfibios observados en los periodos anterior a 2005 y posterior a 2008, y resultados del test paramétrico *t de Student* para los especies con una distribución de citas ajustadas a la normalidad (test *Shapiro-Wilk*), excepto para *D. jeanneae* que se aplicó el test no paramétrico *Wilcoxon-Mann-Whitney*. Con asterisco aquellas especies con diferencias significativas.

Figura 1



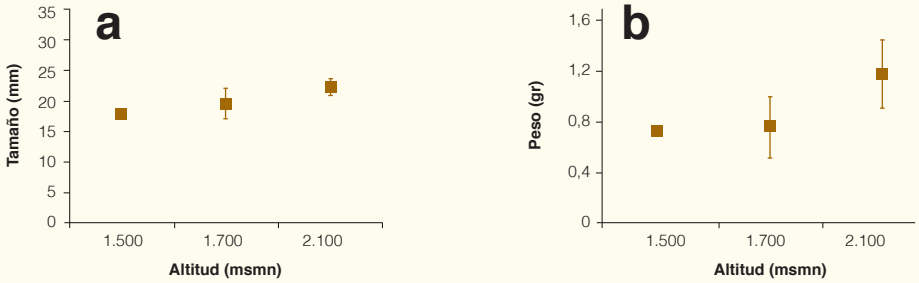
Comparativa mediante diagramas de caja de la distribución altitudinal media de las citas anteriores a 2005 y posteriores a 2008 de cinco especies de anfibios en Sierra Nevada.

Figura 2



Fecha de puesta en relación con la altitud para el sapo partero bético y para el sapo común.

Figura 3



(a) Tamaño y (b) peso medio de los metamórficos de sapo partero bético. Conforme se asciende en altitud, el peso y el tamaño de los metamórficos es mayor, siendo en ambas variables estas diferencias significativas. Test *Kruskal Wallis* para el tamaño: X^2=7,092; g.l.=2; p-valor ‹0,05. Test *Kruskal Wallis* para el peso: X^2=7,409; g.l.=2; p-valor ‹ 0,05.

Hasta la fecha no se ha detectado ningún caso de quitridiomicosis en Sierra Nevada. El incremento de la prevalencia de esta enfermedad en localidades próximas y las condiciones de Sierra Nevada, hacen pensar que el riesgo de aparición de esta patología es elevado. Las particularidades de las poblaciones situadas en las zonas más elevadas las hace más sensibles a la incidencia de este hongo patógeno. Esto es debido a que la temperatura del agua que presentan estas localidades son las óptimas para el desarrollo de la enfermedad, de modo que un aumento de la temperatura sería en este caso beneficioso debido a que disiparía en cierta medida el riesgo.

Discusión y conclusiones

Los resultados obtenidos muestran que los anfibios en Sierra Nevada han experimentado un ascenso altitudinal medio de 107,8 m en el periodo 2008-2011 en relación con el periodo 1980-2005. De las siete especies estudiadas, tres muestran un claro patrón ascendente (sapillo pintojo, sapo común y rana común), dos no muestran patrón definido (sapo partero bético y sapo corredor) y otras dos han tendido a rarificarse y desaparecer (*Hyla meridionalis* rana meridional y *Pelodytes ibericus* sapillo moteado ibérico).

Las previsiones de ascenso de temperatura permiten predecir importantes cambios en las comunidades de anfibios de Sierra Nevada. Los principales cambios para los anfibios se muestran esquematizados en la Figura 4.

A nivel general, todo apunta a que las poblaciones de alta montaña se pueden ver beneficiadas por un aumento de la temperatura, mientras que las de baja y media montaña corren serio riesgo de desaparecer, especialmente las que utilizan medios temporales [11]. En las poblaciones de alta montaña, un aumento de la temperatura del agua, implicaría un adelanto fenológico y una reducción del periodo larvario, lo que producirá una mayor tasa de crecimiento poblacional y una reducción del riesgo de padecer quitridiomicosis. En las localidades situadas en arroyos se espera un incremento en la frecuencia de riadas y otros fenómenos extremos. Además, los cambios previstos en la fenología de cría debido al cambio climático, pueden dar lugar a cambios en los ensamblajes de las comunidades de anfibios.

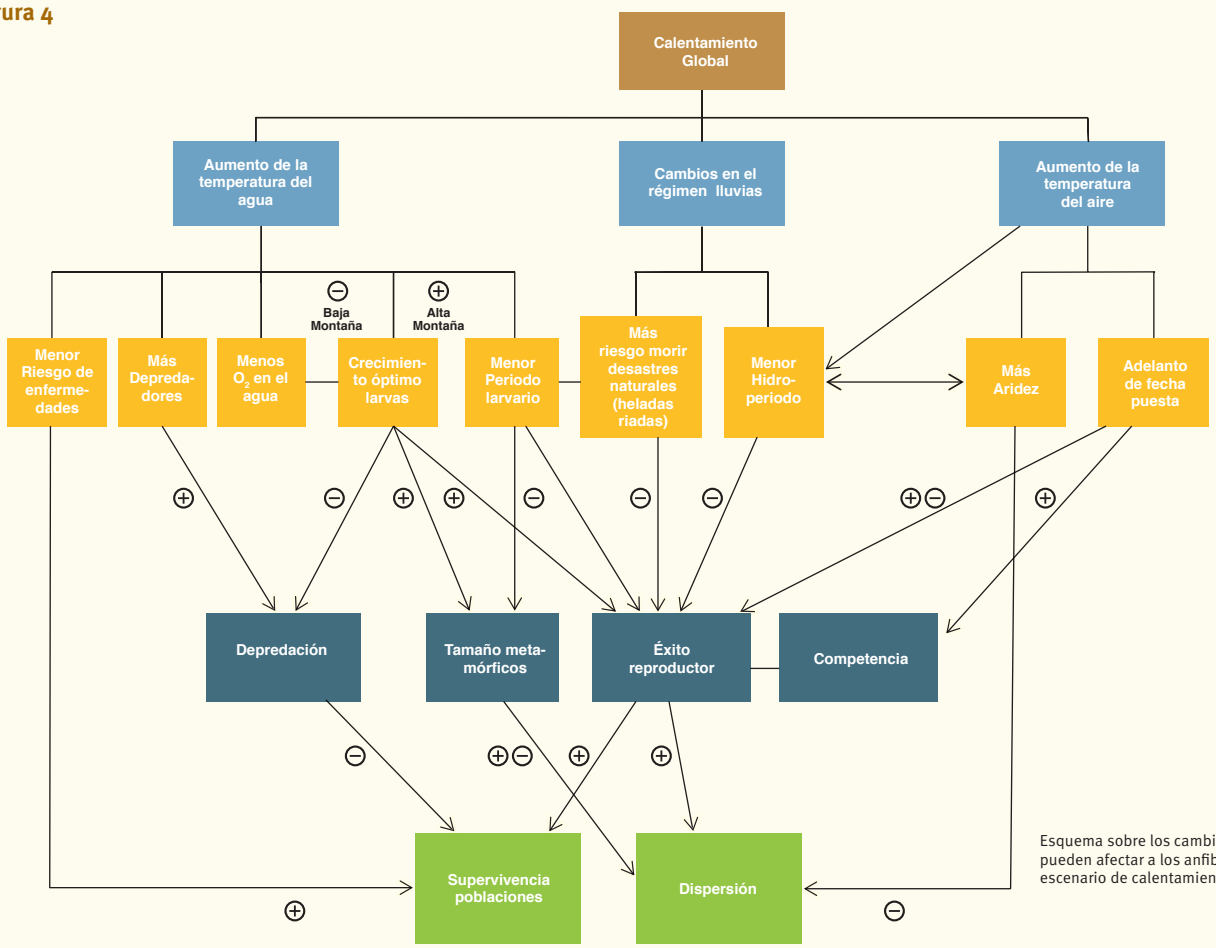
Las poblaciones de baja y media montaña están actualmente más cerca de unas condiciones óptimas desde el punto de vista fisiológico, pero corren serio riesgo de sufrir mayor estrés fisiológico y desaparecer si se produce un incremento excesivo de la temperatura del agua. Bajo este escenario se producirá un descenso de la cantidad de oxígeno disuelto en agua, lo cual puede afectar negativamente al desarrollo de embriones y larvas.

Medios temporales vs. medios permanentes

Se observa claramente una rarificación de las especies que se reproducen en medios temporales. Aún habiéndose realizado un mayor esfuerzo de muestreo después del 2008 que antes del 2005, el número de citas para estas especies es inferior, incluso algunas parecen haber desaparecido del Espacio Natural de Sierra Nevada (sapillo moteado y ranita meridional). De hecho, los datos disponibles apuntan a que las charcas temporales son las que peor estado de conservación presentan, a pesar de ser las que más diversidad soportan. Muchas de ellas tienen un hidroperíodo muy reducido, lo que puede verse agravado por el calentamiento global [12].

El sapillo pintojo es una de las especies que ha experimentado un ascenso altitudinal de mayor magnitud en Sierra Nevada.

Figura 4



Esquema sobre los cambios que pueden afectar a los anfibios en un escenario de calentamiento global.

Las charcas temporales y las especies que se reproducen en ellas, como el sapillo pintojo meridional, se verán muy afectadas por el calentamiento climático en Sierra Nevada.