

si no se hubiera realizado un muestreo cuantitativo y periódico de las poblaciones.

De todo este trabajo de seguimiento de poblaciones surgen muchos frutos:

- Se van formando las personas en un determinado tema y ampliando sus conocimientos. Por ejemplo, hoy tenemos en el Parque Nacional un equipo de unas 12 personas que conocen los fundamentos teóricos del seguimiento, las especies de anfibios presentes, saben manipularlas correctamente, conocen su fenología y están al tanto de los protocolos de manejo de cara a prevenir infecciones de virus. Es decir, un equipo especializado en seguimiento de anfibios.

- Se detectan y, si se puede, se impiden impactos directos sobre las poblaciones al visitarlas regularmente durante la temporada reproductiva.

- Se da pie a publicaciones científicas mediante el análisis de los datos recogidos y, por tanto, a la generación de conocimiento escrito.

- Nos dotamos de una base de conocimiento para poder encaminar nuestras decisiones de gestión sobre las poblaciones.

Y lo que es más importante, mantenemos nuestra curiosidad viva, seguimos dedicando horas a la observación de la naturaleza e intentamos aprender un poco más cada año.

Animo de nuevo a todas las personas a las que les gusta la naturaleza y desean investigarla a que se pongan manos a la obra, iniciando desde lo más genuino el camino del conocimiento. Y a aquellos que ya la conocen a que inicien a otros. Y agradezco profundamente a todas y a todos aquellos que me enseñaron a manipular los pajaritos, a herborizar plantas, a enfocar un catalejo, a enganchar una rana, a poner un pie detrás de otro en un camino escarpado, porque hicieron que todo esto me pasara directamente por el corazón.

En Cangas de Onís, a 14 de abril de 2014

REFERENCIAS

Balseiro, A., Dalton, K.P., del Cerro A., Marquez, M., Cunningham, A.A., Parra, F., Prieto, J.M. & Casais, R. 2009. Pathology, isolation and molecular characterisation

of a ranavirus from the common midwife toad *Alytes obstetricans* on the Iberian Peninsula. *Diseases of Aquatic Organisms*, 84: 95-104.

Quince años de seguimiento de las poblaciones de anfibios del macizo de Peñalara (Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama, Madrid)

Jaime Bosch & Saioa Fernández-Beaskoetxea

Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC. José Gutiérrez Abascal 2. 28006 Madrid. C.e.: bosch@mncn.csic.es

Fecha de aceptación: 14 de enero de 2015.

Key words: populational trends, chytridiomycosis, Peñalara, Sierra de Guadarrama, amphibians.

Ya desde principios del siglo XX los anfibios del Macizo de Peñalara llamaron la atención de los naturalistas. Bernaldo de Quirós y Carandell dicen en 1915 en la Serie Geológica 11 de los Trabajos del Museo Nacional de Ciencias Naturales: “trampales y turberas...[donde]

viven la *Rana alpina* (= *Rana iberica*) y la *Salamandra maculosa* (= *Salamandra salamandra*)... que tal vez llegan a habitar la Laguna de Peñalara, bajo la costra de hielo que largos meses cubre su superficie”. Unos años más tarde, en 1931, Vidal Box en la publicación

“Sierra de Guadarrama. Guía de los Sitios Naturales de Interés Nacional” cita de nuevo a *S. salamandra* y a *Alytes obstetricans* como “*S. maculosa*” y “*Halytes obstetricans*” dentro del apartado de “Descripción geológico-geográfica e itinerarios del Macizo de Peñalara”.

Los numerosos procesos de extinción y colonización motivados por los períodos glaciares del Pleistoceno y una larga historia geológica, junto con una considerable diversidad ambiental, hacen que hasta 10 especies de anfibios estén presentes en el corazón del reciente Parque Nacional de la Sierra de Guadarrama: *S. salamandra*, *Triturus marmoratus*, *Mesotriton alpestris*, *A. obstetricans*, *Bufo spinosus*, *Bufo calamita*, *Hyla molleri*, *R. iberica*, *Pelophylax perezi* y *Discoglossus galganoi*, que ocasionalmente alcanza la cota de 1.800 msnm.

Pese a su carácter alpino, y a ser una de las zonas protegidas más antiguas de España, Peñalara ha estado sometido a impactos serios. En 1969 se inaugura la estación de esquí del Puerto de Cotos, y en 1986 incluso se modifica el relieve glaciar con la construcción de un dique artificial en la Laguna Chica. En esa época el tren llega al Puerto de Cotos y se desarrollan diversas infraestructuras provocando la masificación de la zona. Por si fuese poco, en las décadas de 1970 y 1980 la administración introduce en la Laguna Grande un salmónido americano (*Salvelinus fontinalis*), y los pescadores locales introducen alevines de trucha autóctona (*Salmo trutta*) en los tramos altos de varios arroyos (Bosch *et al.*, 2006). Pero, sin duda, el golpe fatal para los anfibios de Peñalara llega en 1997 cuando la enfermedad fúngica conocida como quitridiomycosis aparece por primera vez en Europa y provoca la casi total extinción de *A. obstetricans* y mortalidades masivas de *S. salamandra* y *B. spinosus* (Bosch *et al.*, 2001; Bosch & Martínez-Solano, 2006; Garner *et al.*, 2009).

En 1999 iniciamos el programa de seguimiento de los anfibios de Peñalara, que cuenta en la actualidad con una serie ininterrumpida de 15 años. Cada una de las casi 250 masas de agua catalogadas en Peñalara es visitada hasta seis veces durante la estación reproductiva, contabilizándose el número de puestas (en el caso de *B. spinosus* y *B. calamita*) o de larvas (resto de especies). Los valores obtenidos se asignan a categorías de abundancia para las puestas: 0 (0), 1 (1), 2 (2-5), 3 (6-10), 4 (11-20) y 5 (>20), y para las larvas: 0 (0), 1 (1-10), 2 (11-50), 3 (51-100), 4 (101-500) y 5 (>500). La aplicación informática TRIM (“Trends & Indices for Monitoring Data”) se usa para analizar las tendencias poblacionales globales de cada especie considerando las categorías de abundancia máxima anuales a través de regresiones loglineales, clasificándose las tendencias obtenidas en cuatro categorías:

- 1) Especie en aumento, con tendencia positiva estadísticamente significativa (leve: $p < 0,05$; moderado: $p < 0,01$; fuerte: $p < 0,001$);
- 2) Especie en declive, con tendencia negativa estadísticamente significativa (leve: $p < 0,05$; moderado: $p < 0,01$; fuerte: $p < 0,001$);
- 3) Especie estable, sin tendencia significativa y cuyo porcentaje de crecimiento/descenso anual es inferior al 20%;
- 4) Especie de evolución global incierta sin tendencia significativa. Además, la pendiente de la recta modelizada y el error estándar de la estima se pueden interpretar en términos biológicos como el porcentaje de variación (o tasa instantánea de crecimiento: positiva en el caso de un aumento de ejemplares, negativa en caso de declive) y su intervalo de confianza al 95%. Quedan fuera de este análisis los ejemplares larvarios de la totalidad de los arroyos de Peñalara, que en el caso de ciertas especies como *R. iberica* y *S. salamandra* contribuyen de forma significativa a la población total.

Por especie, las tendencias poblacionales de la serie de 15 años son (Figura 1):

- *Salamandra salamandra*. Aunque se trata de la segunda especie más afectada por la quitridiomycosis, su tendencia global en los últimos 15 años es estable. Se reproduce en unas 100 masas de agua de todos los tamaños, presentando una abundancia media inferior a 50 larvas por charca. Tras la casi completa desaparición de *A. obstetricans* en la zona la especie sufrió una alta tasa de mortalidad, que se tradujo en un fuerte descenso poblacional en 2001 (la etapa más sensible a la enfermedad). Aunque hoy en día aún siguen apareciendo ejemplares recién metamorfoseados muertos al final de cada estación reproductiva, su progresiva recuperación podría relacionarse con la bajada en la intensidad de la infección tras desaparecer la especie “super hospedadora” (*A. obstetricans*). En Peñalara, la especie se reproduce tanto en charcas y arroyos permanentes como en medios temporales. En los ambientes permanentes, algunas larvas no consiguen metamorfosearse en su primer año de vida, por lo que pasan el invierno bajo la cubierta de hielo. Esos ejemplares son los que presentan una elevada tasa de infección tras el invierno, e infectan a las larvas recién soltadas cada primavera. Por el contrario, en ambientes temporales, las larvas presentan tasas de infección muy bajas, por lo que la mortalidad de recién metamórficos al final del verano se concentra casi exclusivamente en ambientes permanentes (D. Medina & J. Bosch, datos no publicados). De esta forma, es posible que los medios temporales sean los que han contribuido sobremanera a la recuperación de la especie desde la aparición de la quitridiomycosis.

- *Mesotriton alpestris*. Su tendencia global es de incremento leve y actualmente se reproduce en unas 25 masas de agua con una abun-

dancia media inferior a 50 larvas por charca. La especie presenta una baja susceptibilidad al hongo patógeno, aunque las larvas invernantes pueden presentar tasas altas de infección. Desde su más que probable introducción en el parque en la década de 1980 en las Charcas del Pico, la especie se encuentra en franca expansión, colonizando año a año nuevas charcas y aumentando sus densidades (Martínez-Solano *et al.*, 2003; este trabajo). En los últimos años se han observado ejemplares adultos en fase reproductiva en zonas muy alejadas de donde se reproduce actualmente (como por ejemplo la Laguna Grande o la Charca de la Hoya de Pepe Hernando), por lo que previsiblemente la colonización se completará en pocos años.

- *Triturus marmoratus*. Su tendencia global en los últimos 15 años es incierta, pese a que ha experimentado un fuerte aumento poblacional, tanto en el número de masas de agua ocupadas como en su abundancia larvaria. Sin embargo, la falta de significación estadística en su tendencia positiva se explica por el descenso brusco que sufrió en 2009, probablemente relacionado con las condiciones ambientales. La expansión de *T. marmoratus* comenzó en la década de 1980 (Martínez-Solano *et al.*, 2003), cuando su presencia en Peñalara se circunscribía a las masas de agua más bajas. Su aumento se hizo patente en 2011, cuando consiguió reproducirse en 11 masas de agua. Su expansión altitudinal en Peñalara podría estar relacionada con su particular sensibilidad al aumento de la temperatura por el calentamiento global que se ha observado en la zona (Bosch *et al.*, 2007) y, por tanto, las pequeñas fluctuaciones climáticas ocasionales podrían hacer variar el límite altitudinal de la especie en años concretos.



Figura 1: Tendencias poblacionales de las especies de anfibios de Peñalara de 1999 a 2013 mediante el conteo de puestas y larvas. Las barras azules representan el número de masas de agua ocupadas por la especie (eje vertical izquierdo). La línea roja indica los valores de abundancia total (suma de las categorías de abundancias establecidas en el total de las masas de agua, eje izquierdo), y la línea gris representa la abundancia media (media de las categorías de abundancias establecidas de las masas de agua ocupadas, eje derecho).

- *Alytes obstetricans*. Su tendencia global durante los últimos 15 años es incierta. La especie sufrió un colapso poblacional por la quitridiomycosis cercano al 98% entre los años 1997 y 1999 (Bosch *et al.*, 2001), que continuó de forma mucho menos severa hasta aproximadamente 2002. Desde entonces la especie ha permanecido más o menos estable, pero con abundancias muy inferiores a los valores que presentaba antes de la infección. En 2008 se estableció un programa de cría en cautividad, que ha permitido liberar en la zona cerca de 600 ejemplares juveniles desde entonces. Algunos de los nuevos núcleos poblacionales establecidos en el programa de reintroducción y otros, enclavados en pozas de arroyos permanentes, no forman parte del programa de seguimiento de larvas, por lo que actualmente la especie se encuentra presente en hasta 10 localizaciones. En cualquier caso, la densidad de ejemplares es extremadamente baja, y muchos núcleos poblacionales se encuentran muy aislados entre sí, por lo que su posible recuperación podría depender completamente del programa de cría en cautividad.

- *Bufo spinosus*. Su tendencia global, según el conteo de puestas, es incierta para el período 1999-2013. Es la tercera especie más afectada por la enfermedad, y desde 2001 hemos registrado mortalidades masivas de ejemplares recién metamorfoseados. Sin embargo, tras los primeros años de la infección, la especie experimentó una notable expansión en cuanto al número de masas de agua ocupadas (pasando de una a cinco entre 1999 y 2006), probablemente al beneficiarse de la ausencia de competencia larvaria con *A. obstetricans* (Bosch & Rincón, 2008). Sin embargo, el número de puestas ha ido descendiendo paulatinamente desde entonces y el programa de seguimiento de ejemplares marcados individualmente (véase más abajo) ha demostrado que la especie

está ahora en franca regresión (Bosch *et al.*, en prensa). Así, las severas mortalidades masivas de ejemplares recién metamorfoseados por la quitridiomycosis podrían estar impidiendo una tasa de reclutamiento adecuada para mantener la población, por lo que es muy probable que la especie necesite ayuda en un futuro próximo.

- *Bufo calamita*. Su tendencia global en el período de estudio es de moderado incremento. *B. calamita* presenta fuertes oscilaciones poblacionales, probablemente relacionadas con su biología reproductiva. En los últimos 15 años ha pasado a ocupar de 20 a 91 masas de agua, aunque su densidad larvaria media por charca ha ido disminuyendo (de una media inferior a 10 puestas por charca hasta una media inferior a cinco) a la vez que se ha ido incrementando el número de masas de agua ocupadas.

- *Rana iberica*. La tendencia global de la especie desde 1999 es incierta en Peñalara. *R. iberica* es la segunda especie más amenazada de Peñalara, en este caso, por las pasadas introducciones de salmónidos. Aunque el análisis de densidades larvarias en masas de agua indica una tendencia incierta, la evolución global de la especie en el parque es más positiva, dado que se ha producido una expansión generalizada en los arroyos, tras la retirada de los salmónidos introducidos. Desde 2003 hemos retirado más de 1.000 ejemplares de salvelino y 200 de trucha, y cerca de 1.200 ejemplares de rana criados en cautividad han sido liberados en la Hoya de Peñalara (Martín-Beyer *et al.*, 2011). En 2013, por primera vez desde la década de 1970, la especie volvió a criar en la Hoya de Peñalara, aunque previsiblemente será necesario continuar con el refuerzo de la población durante bastantes años antes de lograr una población estable en la Hoya. Por último, conviene señalar que el aparente descen-

so desde 2008, tanto del número de charcas ocupadas como de las abundancias larvarias, podría estar relacionado con el movimiento de algunos individuos de la especie hacia los tramos de arroyo donde hemos erradicado los salmónidos, y no con la enfermedad fúngica, dado que la especie es en principio altamente resistente.

- *Pelophylax perezii*. Su tendencia global desde 1999 es de incremento moderado. La expansión de la rana verde común en la zona comenzó hace décadas, doblando el número de puntos de reproducción entre las décadas de 1980 y 1990 (Martínez-Solano *et al.*, 2003). Posteriormente, de 1999 a la actualidad, ha vuelto a doblar el número de masas de agua donde se reproduce (pasando de 14 a 31). La especie ha ido ganando altura en Peñalara (217 m en 20 años), observándose en 2010, por primera vez, larvas en la Laguna de Pájaros a 2.170 msnm. Nuevamente, el calentamiento generalizado en la zona podría estar relacionado con esta expansión en altura.

- *Hyla molleri*. La especie ha experimentado un incremento moderado desde 1999, probablemente relacionado, como en el caso de *T. marmoratus* y *P. perezii*, con el aumento de la temperatura. Hasta el año 1999, la especie sólo se reproducía en un sector del Macizo localizado a baja altitud, el Humedal del Operante, aumentando paulatinamente hasta llegar a las 18-20 charcas donde se reproduce actualmente. En 2006 el número de ejemplares adultos era ya muy significativo, contabilizándose por ejemplo más de 30 machos cantando simultáneamente en la Laguna Chica. En 2008, la especie pasó de reproducirse en nueve charcas a hacerlo en 20, alcanzándose en ese mismo año el récord de altitud para la especie, cuando llegó a reproducirse en la

Charca de la Mariposa a 2.136 msnm. El ascenso en altitud de la especie ha sido, aproximadamente, de unos 200 m en tan sólo 15 años. Al igual que en otras especies, el aumento en el número de masas de agua utilizado ha venido emparejado a un descenso en la abundancia media por masa de agua ocupada.

Con objeto de complementar el programa general de seguimiento de Peñalara mediante conteos de puestas y larvas, se llevan a cabo otros programas de seguimiento más específicos para especies o períodos de tiempo concretos. El programa de recuperación de *A. obstetricans* incluye un sistema de grabación automático de cantos (“frogloggers”), con dos unidades permanentes emplazadas en la Laguna Chica y la Laguna de los Pájaros (Figura 2a). El registro automatizado de los cantos permite realizar estimas relativas del número de machos cantores de *A. obstetricans* presentes en la zona y, por lo tanto, establecer tendencias en el tiempo. En especies como *H. molleri*, hemos utilizado un tipo de marcaje individual permanente con etiquetas numeradas de pequeño tamaño que se insertan bajo la piel de los individuos (“alfatags”; Figura 2b), pero la inmensa mayoría de marcajes individuales se realizan mediante la implantación subcutánea de microchips (“pittags”; Figura 2c). En el caso de *B. spinosus*, por ejemplo, actualmente contamos con 1.059 ejemplares marcados en todos los núcleos poblacionales de Peñalara. Con este marcaje individual y permanente, además de poder realizar estimas de tendencias poblacionales mucho más precisas, podemos obtener datos demográficos y ecológicos muy valiosos (Muths *et al.*, 2013; Bosch *et al.*, 2014) y estudiar la movilidad de los ejemplares (Daversa *et al.*, 2012). Finalmente, en el caso de *R. iberica*, *B. spinosus* y *A. obstetricans* también hemos utilizado trans-



Figura 2: Otros métodos de marcaje y seguimiento utilizados en el programa de seguimiento de los anfibios de Peñalara. a) Equipos de grabación automática de cantos; b) marcaje individual permanente de *H. molleri* con etiquetas numeradas; c) marcaje individual permanente mediante microchips en *S. salamandra*, y d) marcaje individual de *R. iberica* mediante transmisor de radiofrecuencia.

misores de radiofrecuencia (Figura 2d), tanto internos como externos, para tareas de seguimiento de ejemplares. Sin embargo, dada la limitación del tamaño de las baterías de los radiotransmisores, éstos presentan una vida útil muy limitada (entre dos y 14 semanas), por lo que actualmente no son adecuados para establecer tendencias poblacionales.

Por último, estos programas de seguimiento han servido, además, para detectar la presencia de ejemplares de especies alóctonas que han sido introducidas irresponsablemente en Peñalara. Así, en estos 15 años hemos podido detectar y retirar del medio un tritón pigmeo (*Triturus pygmaeus*) y una pareja de tritones palmados (*Lissotriton helveticus*).

REFERENCIAS

- Bosch, J. & Martínez-Solano, I. 2006. Chytrid fungus infection related to unusual mortalities of *Salamandra salamandra* and *Bufo bufo* in the Peñalara Natural Park (Central Spain). *Oryx*, 40: 84-89.
- Bosch, J. & Rincón, P.A. 2008. Chytridiomycosis-mediated expansion of *Bufo bufo* in a montane area of Central Spain: an indirect effect of the disease. *Diversity & Distributions*, 14: 637-643.
- Bosch, J., Martínez-Solano, I. & García-París, M. 2001. Evidence of a chytrid fungus infection involved in the

- decline of the common midwife toad (*Alytes obstetricans*) in protected areas of Central Spain. *Biological Conservation*, 97: 331-337.
- Bosch, J., Rincón, P.A., Boyero, L. & Martínez-Solano I. 2006. Effects of introduced salmonids on a montane population of the Iberian frog. *Conservation Biology*, 20: 180-189.
- Bosch, J., Carrascal, L.M., Durán, L., Walker, S. & Fisher, M.C. 2007. Climate change and outbreaks of amphibian chytridiomycosis in a montane area of Central Spain; is there a link? *Proceedings of the Royal Society B*, 274: 253-260.
- Bosch, J., Fernández-Beascoetxea, S., Scherer, R.D., Amburgey, S.M. & Muths, E. 2014. Demography of Common Toads after local extirpation of co-occurring Midwife Toads. *Amphibia-Reptilia*, 35: 293-303.
- Daversa, D.R., Muths, E. & Bosch, J. 2012. Terrestrial movement patterns of the Common Toad (*Bufo bufo*) in Central Spain reveal habitat of conservation importance. *Journal of Herpetology*, 46: 658-664.
- Garner, T.W.J., Walker, S., Bosch, J., Leech, S., Rowcliffe, J.M., Cunningham, A.A. & Fisher, M.C. 2009. Life history trade-offs influence mortality associated with the amphibian pathogen *Batrachochytrium dendrobatidis*. *Oikos*, 118: 783-791.
- Martín-Beyer, B., Fernández-Beascoetxea, S., García, G. & Bosch, J. 2011. Re-introduction program for the common midwife toad and Iberian frog in the Natural Park of Peñalara in Madrid, Spain: can we defeat chytridiomycosis and trout introductions? 81-84. *In: Soorae, P.S. (ed.), Global Re-introduction Perspectives: 2011. More case studies from around the globe.* IUCN/SSC Re-introduction Specialist Group-Abu Dhabi, UAE: Environment Agency-Abu Dhabi. Gland, Switzerland.
- Martínez-Solano, I., Bosch, J. & García-París, M. 2003. Demographic trends and community stability in a montane amphibian assemblage. *Conservation Biology*, 17: 238-244.
- Muths, E., Scherer, R.D. & Bosch, J. 2013. Evidence for plasticity in the frequency of skipped breeding opportunities in common toads. *Population Ecology*, 55: 535-544.

Contando ferrerets. Veinticinco años de recuentos visuales de una especie en peligro de extinción

Joan A. Oliver¹, Xavier Manzano² & Samuel Pinya³

¹ Servei de Protecció d'Espècies. Govern de les Illes Balears.

² Institut Balear de la Natura (IBANAT). Govern de les Illes Balears.

³ Grupo de Ecología Interdisciplinar. Departamento de Biología. Universidad de las Islas Baleares. c.e. s.pinya@uib.es

Fecha de aceptación: 15 de enero de 2015.

Key words: *Alytes muletensis*, larval population, monitoring.

El ferreret (*Alytes muletensis* [Sanchiz & Adrover, 1979]) es un pequeño anfibio endémico de la Sierra de Tramuntana (Mallorca) que fue descubierto como fósil en el año 1977 y redescubierto vivo en 1980 (Alcover & Mayol, 1980; Mayol *et al.*, 1980; Mayol & Alcover, 1981).

Prácticamente desde su descubrimiento, el Govern de les Illes Balears y algunas ONGs han llevado a cabo actuaciones de conservación, que incluyen dos Planes de Recuperación, un programa de cría en cautividad, la creación de nuevas localidades mediante ejemplares procedentes tanto de translocaciones como de cría en cautividad, el control de predadores introducidos, principalmente de la culebra viperina (*Natrix maura*), y la protección de los hábitats

(todas las localidades naturales forman parte de la red Natura 2000) (Román & Mayol, 1995, 1997). Pero una de las acciones más importantes, llevada a cabo desde antes del primer Plan de Recuperación (1991-1994), ha sido el seguimiento de todas las poblaciones existentes, con el fin de conocer las tendencias poblacionales en toda el área de ocupación de la especie, contando anualmente las larvas presentes en las localidades de reproducción, y dando lugar a una de las más antiguas y completas series anuales de seguimiento de anfibios en toda Europa (Pinya, 2014).

Estos planes y actuaciones de conservación de *A. muletensis* están reconocidos como uno de los éxitos en la protección de la naturaleza a