

- genomes and nuclear genes. *Gene*, 343: 357-366.
- San Sebastián, O., Navarro, J., Llorente, G.A. & Richter-Boix, Á. 2015a. Trophic Strategies of a Non-Native and a Native Amphibian Species in Shared Ponds. *PLoS ONE*, 10: e0130549.
- San Sebastián, O., Pujol-Buxó, E., Garriga, N., Richter-Boix, A. & Llorente, G.A. 2015b. Differential trophic traits between invasive and native anuran tadpoles. *Aquatic Invasions*, 10: 475-484
- Veith, M. & Martens, H. 1987. What's the part of *Discoglossus pictus*? analysis of an ecological niche in a frog community. 433-436. In: van Gelder, J.J., Strijbosch, H. & Bergers, P. J. M. (eds.), *Proceedings of the 4th Ordinary General Meeting of the Societas Europaea Herpetologica*. Nijmegen. Netherlands.
- Veith, M. & Martens, H. 1992. A morphometric study of an introduced population of *Discoglossus pictus* in southern France. 467-471. In: Korsós, Z. & Kiss, I. (eds.), *Proceedings of the 6th Ordinary General Meeting of the Societas Europaea Herpetologica*, 19-23 August 1991, Budapest, Hungary.
- Wintrebert, P. 1908. Présence à Banyuls-sur-Mer (Pyrénées-Orientales) du *Discoglossus pictus* Otth. *Bulletin de la Société Zoologique de France*, 33: 54
- Yakowleff, O. 1948. Sur la présence de *Discoglossus pictus* à Perpignan (Pyrénées-Orientales). *La Feuille des Naturalistes*, 3: 81.
- Zangari, E., Cimmaruta, R. & Nascetti, G. 2006. Genetic relationships of the western Mediterranean painted frogs based on allozymes and mitochondrial markers: evolutionary and taxonomic inferences (Amphibia, Anura, Discoglossidae). *Biological Journal of the Linnean Society*, 87: 515-536.

El sapo balear (*Bufo balearicus*) en las islas Baleares

Íñigo Martínez-Solano

Estación Biológica de Doñana (EBD-CSIC). Avda. Americo Vespucio, s/n. 41092 Sevilla. C.e.: inigomolano@gmail.com

Estudios recientes han revisado las relaciones filogenéticas y la sistemática del complejo de especies de sapos verdes (*Bufo viridis*) de la región Paleártica, incluidas las poblaciones de Europa Occidental, tradicionalmente adscritas a *B. viridis* y en la actualidad consideradas tres especies bien diferenciadas: *Bufo balearicus*, *Bufo siculus*, y *Bufo viridis sensu stricto* (Stock *et al.*, 2006, 2008). Aunque aún existe cierta confusión (véase Sillero *et al.*, 2014, donde se presenta la distribución del complejo de especies en su conjunto, en lugar de cada especie por separado), los estudios moleculares existentes permiten una delimitación general de las áreas de distribución de cada especie, así como de sus zonas de contacto secundario. Así, *B. balearicus* (Figura 1), la especie presente en las islas Baleares y cuya localidad tipo es de hecho Palma de Mallorca, tiene como área de distribución natural la mayor parte de la península itálica, así como las islas de Córcega y Cerdeña. Existen además poblaciones en Sicilia, donde podrían haber llegado en un proceso de colonización natural desde Calabria en el Pleistoceno, formando una

zona de contacto con *B. siculus*, la especie endémica de esta isla, en su extremo noreste (Stock *et al.*, 2008; Colliard *et al.*, 2010). En la península itálica, *B. balearicus* contacta con *B. viridis* en el noreste, en la llanura aluvial de la desembocadura del río Po, mientras que en el Norte los Alpes actúan como barrera natural entre ambas especies (Stock *et al.*, 2008; Dufresnes *et al.*, 2014). En las islas Baleares, *B. balearicus* se encuentra presente en Mallorca y Menorca, donde es relativamente común, y en Ibiza, donde es mucho menos abundante. Se han registrado observaciones puntuales de ejemplares aislados en Formentera, donde no obstante no hay constancia de la existencia actual de poblaciones reproductoras (Muntaner-Yangüela, 2002).

Hemmer *et al.* (1981) analizaron la distribución de *B. balearicus* (refiriéndose a esta especie como *B. viridis balearicus*) en el Mediterráneo Occidental y, basándose en evidencias moleculares, morfológicas, bioacústicas, y en restos arqueológicos atribuidos a la Edad de Bronce, infirieron que las poblaciones baleares proceden muy probablemente de Córcega y Cerdeña. Si bien existen



Foto Daniel Hinckley

Figura 1: Amplexus de *B. balearicus* en Lluçmajor (Mallorca).

restos fósiles que han sido atribuidos al Pleistoceno Superior en Mallorca (Martín & Sanchiz, 2015), existen dudas acerca de su cronología, considerándose en la actualidad que son intrusiones, es decir, restos actuales que han sido incorporados a los estratos fosilíferos en tiempos recientes (Alcover, 2008; Salvador, 2014). Aparte de estos fósiles, existen también yacimientos arqueológicos holocénicos tanto en Mallorca como en Menorca (yacimientos talaióticos y romanos datados entre los siglos XII y II aC) que contienen huesos de *B. balearicus* (Martín & Sanchiz, 2015). No se han realizado dataciones directas sobre ninguno de estos restos fósiles, por lo que su edad precisa es incierta (Alcover, comunicación personal en Salvador, 2014).

Por otro lado, los datos genéticos muestran la existencia de cierta estructura genética en *B. balearicus*, aunque los resultados distan de ser concluyentes al estar basados en un número reducido de muestras y marcadores moleculares. Por un lado, según análisis basados en secuencias de 541 pares de bases de la región control mitocondrial, los individuos de Menorca presentan haplotipos exclusivos y, conjuntamente con un clado formado por haplotipos de la península itálica, forman un clado con el máximo soporte estadístico, mientras que los haplotipos encontrados en individuos procedentes de Córcega y Cerdeña formarían otro clado, aunque

con menor soporte estadístico (Stock *et al.*, 2008). Por otro lado, análisis basados en secuencias de 580 pares de bases de un gen nuclear (un intrón del gen de la alfa-tropomiosina) muestran muy poca resolución, y las muestras procedentes de Mallorca y Menorca presentan haplotipos idénticos a los observados en ejemplares de toda la península itálica, Sicilia, Córcega y Cerdeña (Dufresnes *et al.*, 2014). Por tanto, los datos publicados no permiten establecer con seguridad el origen preciso de las poblaciones baleares, aunque los datos mitocondriales sugieren una mayor afinidad con las poblaciones de la península itálica. Sea como fuere, tanto los datos fósiles como los moleculares indican un origen muy reciente de las poblaciones baleares de *B. balearicus*, que sólo puede explicarse mediante una introducción reciente, bien desde la Península itálica, bien desde Córcega o Cerdeña.

Las poblaciones baleares de *B. balearicus* se encuentran fragmentadas y en regresión debido a la pérdida de lugares de reproducción y al uso de pesticidas. En España está catalogada como especie Vulnerable, de acuerdo al criterio A1ac de la UICN (reducción de población observada, estimada, o inferida en por lo menos un 20% durante los últimos 10 años o tres generaciones, seleccionando la que sea más larga, basada en a) observación directa y c) una reducción del área de ocupación, extensión de presencia y/o calidad del hábitat) (Muntaner Yangüela, 2002). En el Libro Rojo de Baleares se considera asimismo Vulnerable (VU A4ac: reducción sospechada de su población de, por lo menos, un 30% en los últimos 10 años o tres generaciones del pasado y el futuro, y la reducción -o sus causas- no han cesado, no son del todo entendidas y alguna es irreversible, todo ello basado en a) observación directa y c) una reducción del área de ocupación, extensión de presencia y calidad del hábitat). En la isla de Ibiza se ha catalogado como

En Peligro (EN A2ace, por regresión en 10 años de más del 50% de la población entre 1970 y 1980) (Viada Sauleda, 2006).

No se han estudiado posibles interacciones negativas con otras especies nativas. Las únicas especies de anfibios con las que coexiste *B. balearicus* en las islas Baleares son *Hyla meridionalis* y *Pelophylax perezi*, ambas igualmente introducidas.

No se han tomado medidas para frenar su posible impacto sobre especies nativas. Más bien al contrario, se han adoptado medidas para favorecer a sus poblaciones, al ser una especie en regresión. Por ejemplo, se han restaurado puntos de reproducción y se han realizado translocaciones de ejemplares en estado larvario dentro y entre islas (Muntaner Yangüela, 2002). Siendo una especie introducida podría cuestionarse la necesidad de conservar sus poblaciones; sin embar-

go, dado que podría tratarse (o no) de una introducción antigua, sin (aparentemente) efectos adversos conocidos sobre especies nativas, y considerando también que se trata de una especie en clara regresión, cabe plantearse la continuidad de los planes de conservación hasta disponer de evidencia adicional que esclarezca definitivamente aspectos aún por resolver acerca del tiempo y modo de colonización de las islas Baleares (basados en datación directa de fósiles y estudios moleculares más exhaustivos y con marcadores genéticos de rápida evolución), así como de las interacciones con especies nativas.

AGRADECIMIENTOS: J.A. Alcover aportó valiosos comentarios que han mejorado el manuscrito. D. Hinkley aportó la fotografía para la Figura 1. Mi trabajo está financiado por un contrato postdoctoral “Severo Ochoa” (SEV-2012-0262).

REFERENCIAS

- Alcover, J.A. 2008. The First Mallorcans: Prehistoric Colonization in the Western Mediterranean. *Journal of World Prehistory*, 21: 19–84.
- Colliard, C., Sicilia, A., Turrisi, G., Arculeo, M., Perrin, N. & Stöck, M. 2010. Strong reproductive barriers in a narrow hybrid zone of West-Mediterranean green toads (*Bufo viridis* subgroup) with Plio-Pleistocene divergence. *BMC Evolutionary Biology*, 10: 232.
- Dufresnes, C., Bonato, L., Novarini, N., Betto-Colliard, C., Perrin, N. & Stöck, M. 2014. Inferring the degree of incipient speciation in secondary contact zones of closely related lineages of Palearctic green toads (*Bufo viridis* subgroup). *Heredity*, 113: 9–20.
- Hemmer, H., Kadel, B. & Kadel, K. 1981. The Balearic toad (*Bufo viridis balearicus* (Boettger, 1881)), human bronze age culture, and Mediterranean biogeography. *Amphibia-Reptilia*, 2: 217–230.
- Martín, C. & Sanchiz, B. 2015. Lisanfos KMS. Version 1.2. Museo Nacional de Ciencias Naturales, MNCN-CSIC. Madrid. <<http://www.lisanfos.mncn.csic.es/>>. [Consulta: 21 octubre 2015].
- Muntaner-Yangüela, J. 2002. *Bufo viridis* (Laurenti, 1768). Sapo verde. 110-113. In: Pleguezuelos, J.M., Márquez, R. & Lizana, M. (eds.). *Atlas y Libro Rojo de los Anfibios y Reptiles de España*. Dirección General de Conservación de la Naturaleza y Asociación Herpetológica Española (Segunda impresión). Madrid.
- Salvador, A. 2014. Sapo balear – *Bufo balearicus*. In: Salvador, A. & Martínez-Solano, I. (eds.), *Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles*. Museo Nacional de Ciencias Naturales. Madrid. <<http://www.vertebradosibericos.org/>>. [Consulta: 21 octubre 2015].
- Sillero, N., Campos, J., Bonardi, A., Corti, C., Creemers, R., Crochet, P.-A., Crnobrnja-Isailovic, J., Denoel, M., Ficetola, G.F., Gonçalves, J., Kuzmin, S., Lymberakis, P., de Pous, P., Rodríguez, A., Sindaco, R., Speybroeck, J., Toxopeus, B., Vieites, D.R. & Vences, M. 2014. Updated distribution and biogeography of amphibians and reptiles of Europe. *Amphibia-Reptilia*, 35: 1–31.
- Stöck, M., Moritz, C., Hickerson, M., Frynta, D., Dujsebayaeva, T., Eremchenko, V., Macey, J., Papenfuss, T. & Wake, D.B. 2006. Evolution of mitochondrial relationships and biogeography of Palearctic green toads (*Bufo viridis* subgroup) with insights in their genomic plasticity. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 41: 663–689.
- Stöck, M., Sicilia, A., Belfiore, N., Buckley, D., Brutto, L., Valvo, L. & Arculeo, M. 2008. Post-Messinian evolutionary relationships across the Sicilian channel: mitochondrial and nuclear markers link a new green toad from Sicily to African relatives. *BMC Evolutionary Biology*, 8: 56.
- Viada Sauleda, C. 2006. *Libro Rojo de los Vertebrados de las Baleares*. Conselleria de Medi Ambient, Govern de les Illes Balears (Tercera Edición). Mallorca.