

# *Linderiella baetica* ALONSO & GARCÍA-DE-LOMAS 2009 (CRUSTACEA, BRANCHIOPODA, ANOSTRACA): ¿AL BORDE DE LA EXTINCIÓN?

Juan García de Lomas<sup>1</sup>, Carlos M. García<sup>1,2</sup>, Francisco Hortas<sup>2</sup>, Florent Prunier<sup>3</sup>, Dani Boix<sup>4</sup>, Jordi Sala<sup>4</sup>, David León<sup>5,6</sup>, Laura Serrano<sup>6</sup>, José Prenda<sup>7</sup>, Juan Diego Gilbert<sup>8</sup>, Francisco J. Guerrero<sup>8</sup>, Federico Marrone<sup>9</sup>, María Sahuquillo<sup>10,11</sup>, Antonio Camacho<sup>10</sup>, Carla Olmo<sup>10</sup>, María Rosa Miracle<sup>10</sup>, Carmen Zamora-Muñoz<sup>12</sup>, Graziella Mura<sup>13</sup>, Margarida Machado<sup>14</sup>, Íñigo Sánchez<sup>15</sup>, José Ángel Gálvez<sup>1,2</sup>, Margarita Florencio<sup>16</sup>, José Luis Pérez-Bote<sup>17</sup>, Miguel Alonso<sup>18</sup>

<sup>1</sup> Grupo de Investigación Estructura y Dinámica de Ecosistemas Acuáticos, Universidad de Cádiz, Cádiz, España.

<sup>2</sup> Depto. Biología, Facultad de Ciencias del Mar y Ambientales, Universidad de Cádiz, España.

<sup>3</sup> Asociación de Educación Ambiental El Bosque Animado, C/Maestro Priego López, 7, 2D, 14004, Córdoba, España.

<sup>4</sup> GRECO, Institut d'Ecologia Aquàtica, Facultat de Ciències, Universitat de Girona, Campus de Montilivi, 17071, Girona, España.

<sup>5</sup> Asociación Hombre y Territorio, C/ Betania 13, (local), 41007, Sevilla, España

<sup>6</sup> Dpto. Biología Vegetal y Ecología, Facultad de Biología, Universidad de Sevilla, Edificio Verde, Avda de Reina Mercedes, s/n, 41012, Sevilla, España.

<sup>7</sup> Depto. de Biología Ambiental y Salud Pública, Facultad de Ciencias Experimentales, Campus Universitario Campus del Carmen, Avda. de las Fuerzas Armadas, 21071, Huelva.

<sup>8</sup> Dpto de Biología Animal, Biología Vegetal y Ecología, Campus Las Lagunillas, Edificio Ciencias Experimentales y de la Salud, 23071, Jaén, España. Centro de Estudios Avanzados en Ciencias de la Tierra, Universidad de Jaén, Campus de Las Lagunillas, s/n, 230171, Jaén, España.

<sup>9</sup> Dip.to di Scienze e Tecnologie Biologiche, Chimiche e Farmaceutiche, Sezione di Biologia Animale e Antropologia Biologica, Via Archirafi 18, 90123, Palermo, Italia.

<sup>10</sup> Dpto Microbiología i Ecologia / Institut Cavanilles de Biodiversitat i Biologia Evolutiva, Facultat de Ciències Biològiques, Universitat de València, 46100, Burjassot, Valencia, España.

<sup>11</sup> Dirección General del Medio Natural. Conselleria de Agricultura, Medio Ambiente, Cambio Climático y Desarrollo Rural. Generalitat Valenciana. C/ Castán Tobeñas 77, 46018, Valencia, España.

<sup>12</sup> Dpto. Zoología, Facultad de Ciencias, Universidad de Granada, C/Severo Ochoa s/n, 18071, Granada, España.

<sup>13</sup> Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo, Università la Sapienza, Roma, Italia.

<sup>14</sup> CCMAR - Centre of Marine Sciences, Universidade do Algarve, Campus de Gambelas, Ed. 7, 8005-139, Faro, Portugal.

<sup>15</sup> Zoobotanico de Jerez, C/Madreselva s/n, 11408, Jerez de la Frontera (Cádiz, España).

<sup>16</sup> Departamento de Ecologia, Universidade Federal de Goiás, 74001-970, Goiânia, Goiás, Brazil.

<sup>17</sup> Área de Zoología, Facultad de Ciencias, Universidad de Extremadura, Avda. De Elvas s/n, 06071, Badajoz, España.

<sup>18</sup> Departament d'Ecologia, Facultat de Biologia, Universitat de Barcelona, Avda. Diagonal 643, 08028, Barcelona, España.

Recibido: 16 de marzo de 2016. Aceptado (versión revisada): 18 de marzo de 2016. Publicado en línea: 23 de marzo de 2016.

## *Linderiella baetica* Alonso & García-de-Lomas 2009 (Crustacea, Branchiopoda, Anostraca): On the verge of extinction?

**Palabras claves:** lagunas temporales, amenaza, Anostraca, conservación, protección, Cádiz, España.

**Keywords:** temporary ponds, threat, Anostraca, conservation, protection, Cádiz, Spain.

### Resumen

La provincia de Cádiz (sur de España) alberga la única localidad conocida en el mundo de *Linderiella baetica* (Anostraca). En este trabajo se revisa la distribución geográfica de la especie en base a los datos publicados sobre muestreos centrados en grandes branquiópodos y lagunas temporales en Andalucía y el conjunto de la península ibérica. Se resume su situación actual en base a las amenazas para su supervivencia, que se relacionan principalmente con la alteración del hábitat. En la península ibérica se han explorado al menos

1.648 cuerpos de agua (unos 720 en Andalucía). Los datos de prevalencia de *L. baetica* sugieren que se trata de una especie rara (localidades con presencia/localidades muestreadas =  $6,07 \cdot 10^{-4}$ ). La aplicación de los criterios de la IUCN (2012) sugiere que se trata de una especie seriamente amenazada, "en peligro crítico" de extinción. Aunque se barajan varias soluciones de emergencia como la translocación de individuos o sus propágulos a charcas de nueva creación y mantener los esfuerzos de prospección, la conservación de la especie en las circunstancias actuales no se considera viable sin la protección de su hábitat, lo que recomienda su protección legal.

## Abstract

The province of Cadiz (South of Spain) hosts the only known locality in the world of *Linderiella baetica* Alonso & García-de-Lomas 2009 (Anostraca). In this paper, the geographical distribution of the species based on published sampling data focused on large branchiopods and temporary pools in Andalusia and the entire Iberian Peninsula is assessed. The current situation is summarized based on the threats to their survival, which are mainly related to habitat alteration. In the Iberian Peninsula, at least 1,648 bodies of water (about 720 in Andalusia) have been explored. Prevalence data suggest that *L. baetica* is a rare species (localities with presence / sample locations =  $6.07 \cdot 10^{-4}$ ). The application of the IUCN (2012) criteria suggests that *L. baetica* is a threatened species, catalogued as "critically endangered". Several emergency solutions such as translocation of individuals or their propagules to newly created ponds and to sustain the efforts of exploration have been proposed. However, conservation of the species in the current circumstances it is not considered viable if the natural habitat remains unprotected. The legal protection of *L. baetica* is proposed.

## Introducción

En el marco de una población humana creciente, la expansión de las áreas urbanizadas y aprovechamientos humanos sobre hábitats naturales vecinos genera escenarios en los que es necesario abordar la gestión de la vida silvestre en circunstancias especialmente complejas. Si ya es difícil gestionar la biodiversidad en las áreas protegidas (no exentas de eventualidades, intereses y aprovechamientos de carácter antrópico), hacerlo en zonas periurbanas es claramente un reto, donde el clásico dilema entre conservación y desarrollo es especialmente perceptible. Toda experiencia de gestión que como sociedad podamos acumular en este sentido podrá ser útil para abordar situaciones similares en el futuro. A continuación se presenta el caso de una especie de invertebrado acuático que hasta la fecha solo se conoce en una única localidad del planeta, una laguna temporal periurbana. Se pone de manifiesto las dificultades reales que se presentan a la hora de proteger una especie silvestre en tales condiciones, a pesar de su endemidad, rareza y grado de amenaza.

*Linderiella baetica* Alonso & García-de-Lomas 2009 es un pequeño crustáceo branquiópodo perteneciente al orden Anostraca, que fue recientemente descrito para la ciencia en Puerto Real (Cádiz) (Alonso & García-de-Lomas 2009) (Fig. 1). En este orden se incluyen los comúnmente conocidos como "camarones de la salmuera" (*Artemia* spp.) o "gambas duende" (término aplicado a las especies de agua dulce o salobre) (García-de-Lomas et al. 2015a). Estos animales acuáticos son de cuerpo blando, sin caparazón, con los sexos diferenciados y en su mayoría con reproducción sexual. Tienen hábitos filtradores, alimentándose de fitoplancton, protozoos y detritus orgánicos (Alonso 1996). Los Anostraca se originaron en el Paleozoico, hace aproximadamente 365 millones de años (Gueriau et al. 2016), por lo que han sido reconocidos como auténticos fósiles vivientes. En la actualidad, la mayoría de las especies de Anostraca habitan cuerpos de agua temporales, con adaptaciones a la sequía temporal o prolongada, como la producción de huevos o quistes de resistencia, cuya morfología presenta carácter taxonómico en varias especies (Mura 1986).

Dentro del orden Anostraca, se conocen al menos 353 taxones en el mundo (Rogers 2013). En la península ibérica se conocen 16 especies, de las que 13 son nativas, una exótica (*Arte-*

*mia franciscana*) y dos no descritas: *Linderiella* sp. (diferenciada de *L. baetica*) encontrada en Cataluña y *Tanymastix* sp., encontrada en Portugal (Cancela da Fonseca et al., 2008; Sala et al., 2010; Gascón et al., 2012). Los anostráceos destacan por su alto grado de endemidad. De hecho, el 28,8% de las especies existentes se conocen solo en su localidad tipo y el 56,2% habitan en menos de 10 localidades (Rogers 2013). Actualmente, hay 29 especies de anostráceos incluidas en la Lista Roja (IUCN 2014), aunque hasta la fecha ninguna de ellas es ibérica.



Figura 1. Hembra (a) y macho (b) de *Linderiella baetica* (fotos de Carlos M. García).

## *Linderiella baetica*: historia de una búsqueda

La "historia conocida" de *Linderiella baetica* comienza en la década de los 70, en plena campaña de muestreo de las lagunas de la España peninsular para la tesis doctoral de Miguel Alonso (Alonso 1985, 1998), discípulo del prof. Ramón Margalef, el padre de la Ecología en España. Entre los más de 2.000 cuerpos de agua en los que tomó muestras (Alonso 1985, 1998), en 1978 encontró unos ejemplares de *Linderiella* sp., en las proximidades de Los Tollos (El Cuervo, Sevilla). Éstos fueron identificados inicialmente como *L. occidentalis* (Dodds, 1923), una especie americana, aunque en un estudio posterior se apreció que presentaban caracteres únicos, lo que sugería que se trataba de una nueva especie (Alonso 1996). La eventual pérdida de aquellas muestras no permitió completar su descripción, aunque sí anotar algunos caracteres, como la morfología de los huevos de resistencia que, a día de hoy,

permiten afirmar que aquellos especímenes hallados en El Cuervo correspondían a *L. baetica*. Aquel hallazgo motivó que Alonso prospectara la zona repetidamente durante las décadas siguientes, a pesar de residir entonces en Barcelona. En el XII Congreso Ibérico de Limnología celebrado en Oporto en 2004, comentó, con un inusitado espíritu explorador, que “Cada vez que llovía mucho, cogía un avión a Jerez y alquilaba un coche para buscar *Linderiella*”, lo que pone de manifiesto la extraordinaria importancia que otorgaba este experto a aquel descubrimiento que no pudo completarse.

Coincidiendo más o menos con aquel hallazgo de 1978, el entorno de la laguna de Los Tollos fue sufriendo alteraciones importantes motivadas por la expansión del núcleo urbano de El Cuervo y las vías de comunicación cercanas, las explotaciones mineras (la explotación de la mina de palygorskita -o attapulgita- se concede en 1976), el desarrollo de la agricultura intensiva y la deforestación (Fig. 2). Problemas sobreañadidos provienen de un cambio de régimen hidrológico en las zonas excavadas (de temporal a permanente) y de la introducción de especies invasoras como *Gambusia holbrooki* (García-de-Lomas, datos no publicados). Como consecuencia de ello, los encharcamientos temporales cercanos a la laguna donde originalmente se encontró *Linderiella* sp. desaparecieron para siempre sin haber sido estudiados.

Estimulados por aquella cita de Alonso de 1978, algunos jóvenes naturalistas locales mantuvieron desde 1996 un esfuerzo de búsqueda de la especie, que se extendió más allá de los encharcamientos temporales de áreas próximas al núcleo original del descubrimiento de *Linderiella* sp. Así, se prospectaron charcas tanto al sur de la provincia de Sevilla, como por las tierras bajas de la provincia de Cádiz, en el marco de un esfuerzo general por conocer la distribución de branquiópodos en la región (García-de-Lomas et al. 2004; García-de-Lomas & García 2004, 2008). Durante este periodo se exploraron más de 40 encharcamientos en El Cuervo, Gibalbín, Espera, Jerez, Puerto Real, Cádiz, San Fernando, El Puerto de Santa María, Chiclana, Benalup, Conil, Barbate y Tarifa, pero aunque aparecieron otras especies de Anostraca, *Linderiella* no se encontró.

Casi a punto de “tirar la toalla”, en 2007 García-de-Lomas encontró ejemplares de *Linderiella* en una pequeña laguna tem-

poral de Puerto Real (Cádiz) conocida como “Carretones”, en la que no se habían realizado prospecciones de invertebrados hasta entonces. Este encharcamiento es uno de los últimos vestigios del conocido como “cinturón perilagunar de Puerto Real” y, a juzgar por su lecho gravoso, se sugiere que pudo formar parte de un antiguo arroyo. Los especímenes gaditanos fueron comparados con otros congéneres (*L. occidentalis*, *L. africana* Thiéry, 1986, *L. massaliensis* Thiéry & Champeau 1988, *L. santarosae* Thiéry & Fugate, 1994) y se constató que se trataba de una especie nueva, completándose su descripción, así como la ecología de la masa de agua durante un ciclo de inundación completo (Alonso & García-de-Lomas 2009). La nueva especie recibió el nombre de *Linderiella baetica*, en alusión a su biogeografía, la antigua provincia romana *Hispania baetica* que hoy constituye Andalucía.

### Amenazas para el hábitat y la especie

Paradójicamente, desde que se completó su descripción, se han venido produciendo una serie de acontecimientos que amenazan la supervivencia de la nueva especie, siendo el más importante la propuesta de urbanización de su único enclave conocido.

En el verano de 2007, completado el ciclo de inundación, se apreció la quema de la pradera de helófitos (principalmente *Bolboschoenus glaucus*, *Eleocharis palustris* subsp. *palustris*, *Polypogon maritimus* subsp. *maritimus* y *Baldellia repens* subsp. *baetica*) que ocupaban el vaso lagunar. Dado que el incendio solo afectó a la pradera del vaso lagunar se sugiere que pudo tratarse de una quema controlada. Los incendios han formado parte de la dinámica natural de perturbaciones en prados y sabanas. Wells et al. (1997) concluyen que el fuego no tiene, o tiene un efecto leve sobre los quistes. Otros trabajos mostraron que el fuego provoca una reducción significativa de la diversidad y abundancia del zooplancton (Chittapun 2011), lo que podría tener que ver más con los cambios de las condiciones ambientales de la charca motivadas por el fuego (nutrientes, vegetación, etc.), que podrían afectar indirectamente a los anostráceos, especialmente, que sobre daños en sus formas de resistencia. Esto unido a la ausencia de localidades cercanas con presencia de la especie desde donde se pudieran producir eventos de recolonización,



Figura 2. Aspecto de la Laguna de Los Tollos y sus inmediaciones en 1956 y 2008. Puede apreciarse la expansión del núcleo urbano de El Cuervo en el extremo noroeste, la explotación minera en el centro y sur de la imagen, el desarrollo de la agricultura intensiva al norte y la deforestación acaecida al sur. Desde 2010 ha sido objeto de restauración a cargo del proyecto LIFE Los Tollos.

añadía un primer elemento de preocupación para la supervivencia de *L. baetica*.

En 2008, en pleno trámite de la publicación de la nueva especie, se planifica un centro comercial y de ocio sobre los terrenos de Carretones (Fig. 3). Esta promoción se descartó posteriormente, coincidiendo con el estallido de la burbuja inmobiliaria y la profunda crisis económica que sufrió España en los años siguientes.

En 2010 se inicia el soterramiento y duplicación de la vía de tren a su paso por Puerto Real. Como resultado de las obras y a pesar de los esfuerzos realizados desde la Delegación Pro-



Figura 3. Cartel anunciando la construcción, en 2008, de un centro comercial en los terrenos que albergan *Linderiella baetica* (Foto: J. García-de-Lomas).

vincial de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía (véase más adelante), se apreciaron una serie de alteraciones del hábitat (Fig. 4) que hacían temer por la supervivencia de *L. baetica*. Entre ellas, (a) se redujo la superficie del vaso lagunar un 35% tanto por las obras como por la instalación de una nueva glorieta; (b) se produjo la entrada de materiales alóctonos (zahorras) derivados de la construcción de caminos y movimientos de tierras, lo que dio lugar a un incremento de la turbidez y un posible cambio de la química del agua respecto a las condiciones documentadas en su estado original (Fig. 4), que redundaría en mayores tasas de colmatación; (c) los nuevos caminos supusieron un incremento drástico de las pendientes de las orillas, que afectan a la conservación del hábitat desde un punto de vista integral, al limitar el trasiego de la fauna (ej., anfibios y galápagos) y el desarrollo de la vegetación de ribera o la alimentación de la avifauna (LandStudios 2009; Camacho et al. 2011); (d) los caminos empezaron a ser usados por los vecinos de la zona para pasear a sus mascotas, con la consiguiente acumulación de excrementos que con las lluvias podían acabar en el vaso lagunar, provocando eutrofización.

En 2012 se produce la eliminación del retamar adyacente a la laguna, con la consiguiente pérdida de hábitats para las especies del humedal. El actual Plan General de Ordenación Urbana de Puerto Real (disponible en: <http://www.puertoreal.es/riim/pgou/aprobdefpgou.nsf>) destina la parcela que alberga la charca (localmente conocida

como “Entrevías”) a usos terciarios (actividades comerciales) y equipamientos deportivos. Esto supondría la pérdida del entorno (ya mermado por la destrucción del retamar) y la ocupación parcial o total del vaso lagunar.

## Medidas de conservación

Desde 2008, considerando el riesgo que suponían para la especie los posibles usos sobre los terrenos, se mantuvo un esfuerzo de búsqueda de hábitats similares y se valoró la creación de otros nuevos en el entorno protegido más próximo (Parque Metropolitano Marisma de los Toruños y Pinar de la Algaida), basándose en los requerimientos ambientales de la especie en la localidad tipo. El hallazgo de hábitats similares también serviría para plantear una eventual translocación de individuos maduros o propágulos como última vía en el caso de que hubiera que intentar rescatar la especie. Sin embargo, este proyecto no pudo materializarse, en parte por la escasez de ambientes próximos con características similares (el entorno de la Bahía de Cádiz está dominado por encharcamientos salobres y salinos) y por la falta de recursos para extender el estudio. Entretanto, se realizaron algunas acciones divulgativas sobre la nueva especie y las amenazas que afectan al grupo de los anostráceos y sus hábitats (García et al. 2010; García-de-Lomas et al. 2010).

En 2010, durante las obras de soterramiento de la vía de tren a su paso por Puerto Real, la Delegación Provincial de la Consejería de Medio Ambiente puso en marcha medidas para evitar la total desaparición del hábitat. Con carácter previo a las obras, se incluyeron inventarios de fauna acuática en el Plan de Vigilancia Ambiental. Se establecieron diferentes condicionados en la autorización de obra de cara a evitar que se destruyera completamente el vaso lagunar. Para ello, se delimitó el perímetro del vaso lagunar, se regularon las zonas de acopio y se procedió a compactar un carril de obra para minimizar los aportes de sedimentos al vaso lagunar. Para garantizar estas medidas de protección, se realizaron visitas periódicas por parte del responsable del seguimiento ambiental y los Agentes de Medio Ambiente. Ese mismo año la laguna se inundó y se aprovechó para prospectar la especie tras las alteraciones sufridas. Aunque aparecieron otras especies propias de la comunidad original, como *Triops gadensis* Korn & García-de-Lomas 2010, el endemismo ibérico *Cyzicus grubei* (Simon 1886), y los anfibios *Pleurodeles waltl* Michaelles 1830 e *Hyla meridionalis* Boettger 1874, *L. baetica* no fue detectada. Durante los años siguientes se repitieron los muestreos cada vez que se llenó la laguna, coincidiendo con años excepcionalmente lluviosos (otoño-invierno, 2010-2011; otoño, 2012; y primavera, 2013), pero *L. baetica* siguió sin aparecer, por lo que se temió por su extinción. Durante estos nuevos episodios de inundación, se constató un incremento de la turbidez respecto a las condiciones documentadas en 2007.

Aunque años atrás ya se había planteado la posibilidad de una translocación de propágulos o individuos maduros como medida complementaria a la conservación de su hábitat, fue en 2014 cuando se retomó la idea en el marco del proyecto LIFE Los Tollos. En este proyecto se había previsto la creación de charcas de pequeño tamaño en el entorno de la laguna de Los Tollos (El Cuervo, Sevilla) para favorecer la diversidad de hábitats y la reproducción de anfibios. La translocación es una alternativa compleja, con inciertas garantías de éxito y poco recomendable como estrategia generalizada. De hecho, nunca debe justificarse una decisión de desaparición de superficie o hábitat natural amparándose en que se reproducirá en otra parte. Además, en el caso de especies amenazadas, se reco-



Figura 4. (a) Aspecto de la Charca de Carretones en 2007, año del hallazgo de la nueva especie; (b) Carretones en 2010 coincidiendo con las obras de soterramiento de la vía del tren a su paso por Puerto Real. (c) Detalle de las alteraciones en Carretones durante la fase de obra (fotos: J. García-de-Lomas).

mienda su puesta en marcha mucho antes de que se convierta en el último recurso (Griffith et al. 1989), como lamentablemente es el caso. La escasa experiencia que se tiene con translocaciones de invertebrados acuáticos (respecto, por ejemplo, a otros grupos taxonómicos como mamíferos o aves) es un factor añadido de incertidumbre, al que habría que sumar el desconocimiento de otros parámetros de gestión como el número de animales liberados, la duración del programa de translocaciones o el grado de competencia en el há-

bitat receptor (Griffith et al. 1989). El conocimiento de la calidad del hábitat de la especie a translocar es un factor clave asociado al éxito de las translocaciones (Griffith et al. 1989). En este caso, se propuso como guía, la caracterización de la charca de Carretones realizada en 2007 (Alonso & García-de-Lomas 2009). A pesar de estas limitaciones en el conocimiento, se seleccionó esta localidad por situarse dentro del área de distribución natural de la especie (muy próxima a la primera localidad, ya desaparecida donde en 1978 se citó

*Linderiella* sp.), condición necesaria para que una translocación no se convierta en una invasión planificada (Ricciardi & Simberloff 2009). Al tratarse de hábitats de nueva creación, no se pondría en riesgo, a priori, la supervivencia de otras especies ya establecidas, sino que además, la “inoculación” en las nuevas charcas de propágulos de hábitats similares podría reducir el riesgo de colonización de especies oportunistas e invasoras (Ferren et al. 1998; Incagnone et al. 2015). Actualmente, aunque esta medida fue aceptada por el comité científico y la coordinación técnica del proyecto LIFE Los Tollos, se está a la espera de confirmar que los nuevos encharcamientos recreados presenten características físico-químicas similares a la charca de Carretones.

En enero de 2015, coincidiendo con la inundación parcial de la charca de Carretones, se redescubre *L. baetica*. Se aprovechó la ocasión para enviar huevos de resistencia a la Universidad de Kansas (USA) para cultivo en cautividad, a cargo del Dr. Christopher Rogers, uno de los máximos expertos mundiales sobre branquiópodos. Justo después del redescubrimiento y coincidiendo con el día Mundial de los Humedales se aprovecha por parte de la Sociedad Gaditana de Historia Natural (SGHN) para realizar una visita guiada a esta charca. De esta actividad se hizo eco la revista Quercus (2015, num. 350).

Confirmada la presencia de *L. baetica*, en agosto de 2015, la SGHN solicitó su inclusión en los catálogos Español y Andaluz de Especies Amenazadas, como vía para lograr la protección legal de la especie. El procedimiento siguió lo establecido en el Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero, para el desarrollo del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas (art. 6) y en el Decreto 23/2012, de 14 de febrero, por el que se regula la conservación y el uso sostenible de la flora y la fauna silvestres y sus hábitats (art. 40). La solicitud se tramitó a través de las administraciones estatal y autonómica competentes, en este caso, el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente y la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Junta de Andalucía (CMAyOT). A la solicitud se adhirieron 54 firmantes cualificados, procedentes de 10 países (España, Portugal, Italia, Reino Unido, EEUU, Australia, Polonia, Austria, Serbia, Alemania) y 4 asociaciones de ámbito científico, ambiental y de conservación, como la Asociación Ibérica de Limnología, la Asociación Hombre y Territorio, la Asociación de Educación Ambiental “El Bosque Animado” y la Asociación para la Defensa Ecológica de Galiza. La Red Europea de Conservación de Charcas (European Pond Conservation Network) también se hizo eco de la delicada situación de la especie y los esfuerzos iniciados para su catalogación (<http://www.europeanponds.org/linderiella/>), así como la Asociación Italiana de Oceanología y Limnología (<http://www.aiol.info/>).

En noviembre de 2015, el Ministerio responde a la solicitud indicando que será remitida para su examen al Comité Científico, mientras que en enero de 2016, la CMAyOT desestima la petición bajo las premisas de que “no parece que se trate de una especie rara” y que “es desconocida para el público en general”.

### ***Linderiella baetica*: una especie rara y amenazada**

Con objeto de evaluar la rareza y amenaza de *L. baetica*, se realizó una revisión del grado de conocimiento de los branquiópodos en la península ibérica, en base a los datos publicados

sobre la distribución de branquiópodos y de lagunas temporales prospectadas (se han descartado aquellos trabajos y prospecciones realizados sobre lagos permanentes o semi-permanentes, o aquellos centrados en lagunas temporales en los que no se abordó el estudio de branquiópodos). En función del número de ocurrencias en relación al esfuerzo de muestreo, es decir, en función de la prevalencia observada, es posible establecer si una especie es rara o común. Para ello, se partió de la hipótesis de que una escasa prevalencia de la especie se asocia con una mayor rareza y viceversa.

Utilizando esta valoración previa y sumando los datos conocidos sobre *L. baetica* y su hábitat, así como las amenazas descritas, se evaluó su categoría de amenaza de acuerdo a los criterios de la IUCN (2012, versión 3.1) (Anexo 1). Esta evaluación será trasladada a la organización para su consideración formal, siguiendo los estándares de documentación y verificación de consistencia de las evaluaciones y fichas de especies de la Lista Roja de la IUCN ([www.iucn.redlist.org](http://www.iucn.redlist.org)).

En la península ibérica hay un amplio registro de lagunas y charcas temporales muestreadas. Además de las masas de agua muestreadas por Alonso en la España peninsular (1985, 1996, 1998), hay que sumar todas las prospecciones llevadas a cabo con posterioridad en:

- Andalucía (Alonso & Jaume 1991; García-de-Lomas et al. 2004; García-de-Lomas & García, 2004, 2008; Pino et al. 2004; Fahd et al. 2007, 2009; Serrano & Fahd 2005; Boix et al. 2007; Korn et al. 2010; León et al., 2010a, b; Prunier & Saldaña 2010; Prunier et al. 2011; Ripoll et al. 2013; Florencio et al. 2014; Gilbert et al. 2015; Prunier & Matutano 2015; Florencio et al. en prensa);
- Aragón (Alcorlo & Baltanás 1999; Sala et al. 2005);
- Asturias (García et al. 2013);
- Cataluña (Vila & Abellà 1990; Boix 2002; Sala et al. 2003);
- Comunidad Valenciana (Fornier & Brewster 2013; Rueda et al. 2006; Miracle et al. 2008; Olmo et al. 2015; Sahuquillo & Miracle 2010, 2013, 2015);
- Extremadura (Alonso & Jaume 1991; Pérez-Bote 2004; Pérez-Bote et al. 2006; Korn et al. 2010);
- Galicia (Garrido & Galloso 2002)
- Islas Baleares (Pretus 1985, 1987, 1990, 1991, 1993; Boix et al. 2010);
- Murcia (Verdiell-Cubedo 2012; Verdiell-Cubedo & Boix 2014);
- Portugal (Machado et al. 1999a,b; Grosso-Silva & Soares-Vieira 2002; Cancela da Fonseca et al. 2008; Korn et al. 2010; Machado & Sala 2013);
- y prospecciones específicas en salinas costeras y de interior sobre el género *Artemia* (ej: Amat et al. 2005, 2007).
- Por otro lado, en los territorios del norte de África cercanos al sur peninsular (principalmente Marruecos) las prospecciones también han sido bastante exhaustivas (Thiéry 1986, 1987; Roux & Thiéry 1988; Kadi Hamman et al. 2011; Van den Broeck et al. 2015) y no se ha encontrado esta especie.

En conjunto, se tiene constancia de al menos 1.648 lagunas temporales exploradas en la península ibérica (unas 720 en Andalucía), habiéndose visitado muchas de ellas en más de una ocasión. La presencia de *L. baetica* se ha constatado para una única localidad, lo que resulta en una prevalencia de  $1/1.648 = 6,07 \cdot 10^{-4}$ . Este dato sugiere que *L. baetica* es una especie rara, a diferencia de otras especies relativamente comunes como *Chirocephalus diaphanus* Prévost, 1803 (prevalencia =  $297/1.648 = 0,18$ ); *Branchipus schaefferi* Fischer, 1834

(prevalencia =  $243/1.648 = 0,15$ ) o *Tanymastix stagnalis* (Linnaeus, 1758) (prevalencia =  $142/1.648 = 0,086$ ).

Por su parte, la evaluación de la categoría de amenaza dio como resultado “**en peligro crítico**”, cumpliéndose los criterios A3c; B2a,b(i,ii,iii,iv) (anexo 1).

## La conservación de especies endémicas desde una perspectiva global

La conservación de la biodiversidad es uno de los principales retos de la humanidad. Se estima que nuestra aparición en el planeta supuso un incremento de 100 - 1000 veces la tasa de extinción y que no cambiar de forma decidida nuestra relación con el resto de la biosfera se incrementará hasta 10 veces más (Pimm et al. 1995). Algunos autores han considerado este ritmo de extinciones comparable al registrado en los períodos de extinciones masivas, aunque no existe un consenso al respecto (Barnosky et al. 2011; Ceballos et al. 2015). En la definición de estrategias más urgentes para, ya no revertir, sino simplemente disminuir la situación actual se ha identificado como objetivo principal para la conservación de la biodiversidad la creación de medidas dirigidas a la preservación de las especies endémicas (Pimm et al. 1995; Myers et al. 2000). Además, si como humanidad tenemos la responsabilidad de preservar la biodiversidad, el caso de las especies endémicas interpela más directamente a las personas de un determinado territorio o país. Así, los esfuerzos y éxitos de la política de conservación de la biodiversidad de un país como España tendría que medirse en buena parte en su capacidad para gestionar y evitar especialmente las extinciones de especies endémicas, especialmente aquellas que tienen una distribución muy limitada o que se localizan en un bajo número de hábitats. En este sentido el grupo taxonómico de los grandes branquiópodos, sometido a una desaparición de sus hábitats temporales (García-de-Lomas et al. 2015a, 2015b, 2015c), incluye diversas especies endémicas de la península ibérica (p.ej., *Branchipus cortesi* Alonso & Jaume 1991, *Tanymastix lusitanica* Machado & Sala 2013), e incluso incluye los pocos géneros con especies únicamente distribuidas en las zonas mediterráneas del planeta (Boix et al. 2016). Este sería el caso del género *Linderiella*, ya que es el único género de anostráceo completamente endémico del bioma mediterráneo. Además, todas las especies de este género (excepto *L. occidentalis* presente en California) presentan poblaciones muy reducidas (menos de 10 poblaciones conocidas para cada una). Como se justifica a lo largo del presente texto, la situación de *Linderiella baetica* es el caso más extremo de esta situación tan al borde de la extinción. Su desaparición supondría, por todo ello, una mancha a las políticas de conservación de la biodiversidad españolas y, lo más importante, una pérdida de una especie que como ya se ha comentado supone un elemento único de la biodiversidad ibérica y mediterránea.

## Conclusiones

Los datos conocidos de distribución de branquiópodos sostienen la consideración de *L. baetica* como una especie rara en Andalucía y, en conjunto, en la península ibérica. Esta especie actualmente se conoce en una única localidad en el mundo. Aunque sigan requiriéndose más muestreos para tratar de encontrar posibles nuevas localidades, la aplicación de los criterios IUCN sugiere que se trata de una especie “en peligro

crítico” de extinción. Ello unido a que su hábitat tipo (laguna temporal mediterránea) está considerado hábitat de interés comunitario de carácter prioritario de acuerdo a la Directiva 92/43/CE (transpuesta al ordenamiento jurídico español a través de la Ley 42/2007 de Patrimonio Natural y la Biodiversidad) recomienda su protección legal y la puesta en marcha de medidas de conservación.

## Agradecimientos

Los autores agradecen a todas las personas que se han adherido a la propuesta de protección legal de *Linderiella baetica*. A la Delegación Provincial de la Consejería de Medio Ambiente de Cádiz por sus esfuerzos en proteger el vaso lagunar durante la fase de obras de soterramiento de la vía férrea en Puerto Real. A la Sociedad Gaditana de Historia Natural por acoger el proyecto de conocimiento y conservación de *Linderiella baetica*.

## Bibliografía

- Alcorlo P, Baltanás Á. 1999. Limnología de las lagunas salinas de Los Monegros y caracterización de sus comunidades animales. Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa 24: 113-120.
- Alonso M. 1985. Las lagunas de la España peninsular: Taxonomía, ecología y distribución de los cladóceros. Tesis Doctoral. Dpt. Ecología, Univ. Barcelona. 795 pp.
- Alonso M. 1996. Crustacea, Branchiopoda. Fauna Ibérica v. 7. Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC, Madrid. 486 pp.
- Alonso M. 1998. Las lagunas de la España peninsular. Limnetica 15: 1-176.
- Alonso M, García-de-Lomas J. 2009. Systematics and ecology of *Linderiella baetica* n. sp. (Crustacea, Branchiopoda, Anostraca, Chirocephalidae), a new species from southern Spain. Zoosystema 31: 807-827.
- Alonso M, Jaume D. 1991. *Branchipus cortesi* n. sp.: a new anostraca from western Spain (Crustacea, Branchiopoda). Hydrobiologia 212: 221-230.
- Amat F, Hontoria F, Navarro JC, Vieira N, Mura G. 2007. Biodiversity loss in the genus *Artemia* in the Western Mediterranean Region. Limnetica 26: 387-404.
- Amat F, Ruiz O, Green AJ, Sánchez MI, Figuerola J, Hortas F. 2005. The American brine shrimp as an exotic invasive species in the western Mediterranean. Biological Invasions 7: 37-47.
- Barnosky AD, Matzke N, Tomiya S, Wogan GOU, Swartz B, Quental TB, Marshall C, McGuire JL, Lindsey EL, Maguire KC, Mersey, Ferrer EA. 2011. Has the Earth's sixth mass extinction already arrived? Nature 471: 51-57
- Boix D. 2002. Aportació al coneixement de la distribució d'anostracis i notostracis (Crustacea: Branchiopoda) als Països Catalans. Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural 70: 55-71.
- Boix D, Kneitel J, Robson BJ, Duchet C, Zúñiga L, Day J, Gascón

S, Sala J, Quintana XD, Blaustein L. 2016. Invertebrates of Freshwater Temporary Ponds in Mediterranean Climates. En: Batzer D, Boix D. (ed). Invertebrates in Freshwater Wetlands. An International Perspective on their Ecology. Springer, New York.

Boix D, Sala J, Gascón S, Ruhí A. 2007. Prospección de branquiópodos (Crustacea) en las lagunas de la Reserva Biológica de Doñana. Oficina de coordinación de la investigación. Estación Biológica de Doñana – CSIC. Ficha de Resultados. 16 pp.

Boix D, Ruhí A, Sala J, Gascón S, Compte J, Quintana XD. 2010. Invertebrats Aquàtics. En: Fraga P, Estaún I, Cardona E (eds). Basses temporals mediterrànies. LIFE BASSES: gestió i conservació a Menorca. Consell Insular de Menorca. Recerca, 15. Maó, pp. 49-283 pp.

Camacho J, Sánchez-Gullón E, Aguilar F, Gómez-Jaén A, Lozano A. 2011. Manual práctico de balsas agrícolas. Diseño y gestión para su mejora ambiental. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, 92 pp.

Cancela da Fonseca L, Cristo M, Machado M, Sala J, Reis J, Alcazar R, Beja P. 2008. Mediterranean temporary ponds in Southern Portugal: key faunal groups as management tools? *Pan-American Journal of Aquatic Sciences* 3: 304-320.

Ceballos G, Ehrlich PR, Barnosky AD, García A, Pringle RM, Palmer TM. 2015. Accelerated modern human-induced species losses: Entering the sixth mass extinction. *Science Advances* 1: e1400253

Chittapun S. 2011. Fire and recovery of resting egg bank: An experimental study in paddy fields in Pathum Thani province, Thailand. *Hydrobiologia* 662: 163-170.

Fahd K, Florencio M, Keller C, Serrano L. 2007. The effect of the sampling scale on zooplankton community assessment and its implications for the conservation of temporary ponds in south-west Spain. *Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst.* 17: 175-193.

Fahd K, Arechederra A, Florencio M, León D, Serrano L. 2009. Copepods and branchiopods of temporary ponds in the Doñana Natural Area (SW Spain): a four-decade record (1964–2007). *Hydrobiologia* 634: 219-230.

Ferren Jr. WR, Hubbard DM, Wiseman S, Parikh AK, Gale N. 1998. Review of Ten Years of Vernal Pool Restoration and Creation in Santa Barbara, California. En: Witham C.W., Bauder E.T., Belk D., Ferren Jr. W.R., and Ornduff R. (eds.). *Ecology, Conservation, and Management of Vernal Pool Ecosystems – Proceedings from a 1996 Conference*. California Native Plant Society, Sacramento, CA. 1998, pp. 206-216

Florencio M, Díaz-Paniagua C, Gómez-Rodríguez C, Serrano L. 2014. Biodiversity patterns in a macroinvertebrate community of a temporary pond network. *Insect Conservation and Diversity* 7: 4-2.

Florencio, M., Díaz-Paniagua C. & Serrano, L. ·En prensa. Relationships between hydroperiod length, and seasonal and spatial patterns of beta-diversity of the microcrustacean assemblages in Mediterranean ponds. *Hydrobiologia*. DOI 10.1007/s10750-015-2515-7

Fornier E, Brewster JE. 2013. First observation of *Triops* (Crustacea: Branchiopoda: Notostraca) in the Natural Park of the Serra d'Irta (Peníscola, el Baix Maestrat). *Nemus* 3: 101-109.

García CM, García-de-Lomas J, Alonso M. 2010. Anostráceos, aguas temporales y conservación de invertebrados. *Quercus* 287: 34-40.

García G, Menéndez JL, Torralba-Burrial A. 2013. Primera cita de *Lepidurus apus* (Linnaeus, 1758) (Notostraca: Triopidae) para Asturias (norte de la península Ibérica). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa* 52: 285-286.

García-de-Lomas J, Amat F, Sánchez I, Boix D, García CM, Alonso M. 2010. Los riesgos de jugar con animales exóticos. *Quercus* 287: 39.

García-de-Lomas J, García CM. 2004. Observaciones de Branchiopoda en lagunas temporales litorales de la provincia. *Revista de la Sociedad Gaditana de Historia Natural* 3: 277-279.

García-de-Lomas J, García CM. 2008. Observaciones de Branchiopoda en lagunas temporales de la provincia. *Revista de la Sociedad Gaditana de Historia Natural* 5: 145-151.

García-de-Lomas J, García CM, Canca I. 2004. Caracterización y fenología de las lagunas temporales del Pinar de La Algaida (Puerto Real, Cádiz). *Revista de la Sociedad Gaditana de Historia Natural* 4: 105-124.

García-de-Lomas J, Sala J, García CM, Alonso M. 2015a. Clase Branchiopoda, orden Anostraca. *Revista IDE@-SEA* 67: 1-12.

García-de-Lomas J, Sala J, Alonso M. 2015b. Clase Branchiopoda, orden Notostraca. *Revista IDE@-SEA* 71: 1-10.

García-de-Lomas J, Sala J, Alonso M. 2015c. Clase Branchiopoda, orden Spinicaudata. *Revista IDE@-SEA* 68: 1-11.

Garrido J, Gayoso A. 2002. Primera cita de *Lepidurus apus* (Linnaeus, 1758) (Branchiopoda: Notostraca) en Galicia (NO España). *Boletín de la Asociación Española de Entomología* 26: 197-198.

Gascón S, Machado M, Sala J, Cancela da Fonseca L, Cristo M, Boix D. 2012. Spatial characteristics and species niche attributes modulate the response by aquatic passive dispersers to habitat degradation. *Marine and Freshwater Research* 63: 232-245.

Gilbert JD, de Vicente I, Ortega F, Jiménez-Melero R, Parra G, Guerrero F. 2015. A comprehensive evaluation of the crustacean assemblages in southern Iberian Mediterranean wetlands. *Journal of Limnology* 74: 169-181.

Griffith B, Scott JM, Carpenter JW, Reed C. 1989. Translocations as a species conservation tool: status and strategy. *Science* 245: 477-480.

Grosso-Silva JM, Soares-Vieira P. 2002. Primeiro registo de *Lepidurus apus* (Linnaeus, 1758) para Portugal (Crustacea, Branchiopoda, Notostraca, Triopidae). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa* 30: 176.

Gueriau P, Rabet N, Clément G, Lagebro L, Vannier J, Briggs DEG, Charbonnier S, Olive S, Béthoux O. 2016. A 365-Million-Year-Old Freshwater Community Reveals Morphological and

Ecological Stasis in Branchiopod Crustaceans. *Current Biology* 26: 383-390.

Incagnone G, Marrone F, Barone R, Robba L, Naselli-Flores L. 2015. How do freshwater organisms cross the “dry ocean”? A review on passive dispersal and colonization processes with a special focus on temporary ponds. *Hydrobiologia* 750: 103-123.

IUCN. 2012. Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN: Versión 3.1. Segunda edición. Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido: UICN. vi + 34pp. Originalmente publicado como IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1. Second edition. (Gland, Switzerland and Cambridge, UK: IUCN, 2012).

IUCN (2014) Lista roja de la IUCN. (<http://www.iucnredlist.org/>). Acceso el 10 de noviembre de 2015.

Kadi-Hamman C, Benkerroum S, Saad EH, Saad I, Zidane L, Daira A, Fadli M. 2011. Crustacés Euphyllópodes Anostracés du Maroc: inventaire commenté, nouveaux sites de récolte, repartition géographique et structure des associations spécifiques. *ScienceLib* 3: 1-21.

Korn M, Green AJ, Machado M, García-de-Lomas J, Cristo M, Cancela da Fonseca L, Frisch D, Pérez-Bote JL, Hundsdoerfer AK. 2010. Phylogeny, molecular ecology and taxonomy of southern Iberian lineages of *Triops mauritanicus* (Crustacea: Notostraca). *Organisms, Diversity and Evolution* 10: 409-440.

LandStudios. 2009. Guía metodológica de actuaciones de restauración de puntos de agua en ecosistemas mediterráneos. Conselleria de Medi Ambiente, Aigua, Urbanisme i Habitatge, Generalitat Valenciana. 261 pp. Disponible en: [http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=home.showFile&rep=file&fil=Amfibios\\_Mediterraneos\\_Manual.pdf](http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=home.showFile&rep=file&fil=Amfibios_Mediterraneos_Manual.pdf)

León D, Peñalver P, Casas J, Juan M, Fuentes F, Gallego I, Toja J. 2010a. Zooplankton list from farm ponds of Andalusia (south of Spain) during 2007-2009. *Limnetica Internet* 2:1-6

León D, Peñalver P, Casas J, Juan M, Fuentes F, Gallego I, Toja J. 2010b. Zooplankton richness in farm ponds of Andalusia (southern Spain). A comparison with natural wetlands. *Limnetica* 29: 153-162.

Machado M, Cristo M, Cancela Da Fonseca L. 1999a. Non-cladoceran branchiopod crustaceans from Southwest Portugal. I. Occurrence notes. *Crustaceana* 72: 591-602.

Machado M, Cristo M, Reis J, Cancela Da Fonseca L. 1999b. Biological data on *Triops cancriformis mauritanicus* (Ghigi, 1921) and *Cyzicus grubei* (Simon, 1886) -crustacea, branchiopoda- in SW Portugal temporary ponds. *Limnetica* 16: 1-7.

Machado M, Sala J. 2013. *Tanymastigites lusitanica* sp. nov. (Crustacea: Branchiopoda: Anostraca) from Portugal, first representative of the genus in Europe. *Zootaxa* 3681: 501-523.

Miracle MR, Sahuquillo M, Vicente E. 2008. Large branchiopods from freshwater temporary ponds of Eastern Spain. *Verhandlungen / Internationale Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie* 30: 501-505.

Mura G. 1986. SEM morphological survey on the egg shell in

Italian anostracans (Crustacea, Branchiopoda). *Hydrobiologia* 134: 273-286.

Myers N, Mittermeier RA, Mittermeier CG, Da Fonseca GA, Kent J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.

Olmo C, Fandos D, Armengol X, Ortell R. 2015. Combining field observations and laboratory experiments to assess the ecological preferences of *Tanymastix stagnalis* (L., 1758) (Crustacea, Branchiopoda) in Mediterranean temporary ponds. *Ecological Research* 30: 663-674.

Pérez-Bote JL. 2004. New records of large branchiopods (Branchiopoda, Anostraca, Notostraca, and Spinicaudata) from Extremadura (Southwestern Iberian Peninsula). *Crustaceana* 77: 871-877.

Pérez-Bote JL, Muñoz A, García JM, Rodríguez SP, Romero AJ, Corbacho P, Fernández J. 2006. Distribución, estatus y conservación de los grandes branquiópodos (Crustacea, Branchiopoda) en Extremadura (SO de la Península Ibérica). *Boletín de la Asociación Española de Entomología* 30: 41-57.

Pimm SL, Russell GJ, Gittleman JL, Brooks TM. 1995. The future of biodiversity. *Science* 269: 347-350.

Pino J, Quetglas J, Sánchez M. 2004. Un bicho raro en lo alto de una peña. *Boletín del Parque Natural Los Alcornocales* 6: 16.

Pretus JL. 1985. Els Branquiòpodes, 204-210. A: *Enciclopèdia de Menorca*. Obra Cultural de Menorca, Maó.

Pretus JL. 1987. Presència d'elements estepàrics a les aigües dolces de Menorca: crustacis eufil·lòpodes. Nota preliminar. *Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears* 31: 153-154.

Pretus JL. 1990. A commented check-list of the Balearic branchiopoda (Crustacea). *Limnetica* 6: 157-164.

Pretus JL. 1991. Crustáceos epigeos e hipogeos de las Baleares. Tesis doctoral, Universitat de Barcelona.

Pretus JL. 1993. On the distribution of epicontinental crustaceans in the Balearic Islands and their partitioning of the water salt content range. *Verhandlungen / Internationale Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie* 25: 1035-1042.

Prunier F, Matutano J. 2015. Importancia de la dehesa La Atalaya (Coria del Río, España) para los grandes branquiópodos (Branchiopoda). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa* 56: 173-178.

Prunier F, Saldaña S. 2010. Grandes branquiópodos (Crustacea: Branchiopoda: Anostraca, Spinicaudata, Notostraca) en la provincia de Córdoba (España) (Año hidrológico 2009/2010). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa* 47: 349-355.

Prunier F, Sosa R, Saldaña S. 2011. Grandes branquiópodos (Crustacea: Branchiopoda: Anostraca, Spinicaudata, Notostraca) en la provincia de Córdoba (España) (Año hidrológico 2010/2011). *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa* 49: 223-226.

Ricciardi A, Simberloff D. 2009. Assisted colonization is not a viable conservation strategy. *Trends in Ecology and Evolution* 24: 248-253.

Ripoll J, de las Heras M, Moreno-Benítez JM, Prunier F, Solano F. 2013. Grandes branquiópodos (Crustacea, Branchiopoda, Anostraca, Notostraca) en la provincia de Málaga, España (Año hidrológico 2012/2013). *Arxius de Miscel·lània Zoològica* 11: 163-177.

Rogers DC. 2013. Anostraca catalogus (Crustacea: Branchiopoda). *The Raffles Bulletin of Zoology* 61: 525-546.

Roux P, Thiéry A. 1988. Complément à la répartition des Crustacés Branchiopodes Anostraca, Notostraca et Conchostraca du Maroc: le Maroc Oriental. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse* 124: 225-233.

Rueda J, Aguilar-Alberola JA, Mezquita F. 2006. Contribución al conocimiento de los crustáceos (Arthropoda, Crustacea) de las Malladas de la Devesa del Parque Natural de la Albufera (Valencia). *Boletín de la Asociación Española de Entomología* 30: 9-29.

Sahuquillo M, Miracle MR. 2010. Crustáceos. En: Sancho V, Lacomba I (eds), *Conservación y Restauración de Puntos de Agua para la Biodiversidad*. Colección Manuales Técnicos de Biodiversidad, 2, Generalitat Valenciana. Conselleria de Medi Ambiente, aigua, Urbanisme i Habitatge, pp. 48-55.

Sahuquillo M, Miracle MR. 2013. The role of historic and climatic factors in the distribution of crustacean communities in Iberian Mediterranean ponds. *Freshwater Biology* 58: 1251-1266.

Sahuquillo M, Miracle MR. 2015. Crustacean diversity and conservation value indexes in pond assessment: implications for rare and relict species. *Limnetica* 34: 333-348.

Sala J, Amat F, Boix D, Fonseca LC, Cristo M, Florencio M, García-de-Lomas J, Gascón S, Machado M, Miracle MR, Pérez-Bote JL, Rueda J, Ruhí A, Sahuquillo M, Serrano L. 2010. Updating the distribution and conservation status of large branchiopods in the Iberian Peninsula and Balearic Islands. XV

Congreso de la AIL, Book of Abstracts, p. 46.

Sala J, Boix D, French M. 2003. Noves localitzacions d'anostracis i notostracis (Crustacea: Branchiopoda) a Catalunya. *Scientia gerundensis* 26: 9-13.

Sala J, Gascón S, Boix D. 2005. Nueva localidad para *Branchinecta media* (Crustacea: Anostraca) en Los Monegros. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa* 37: 164.

Serrano L, Fahd K. 2005. Zooplankton communities across a hydroperiod gradient of temporary ponds in the Doñana National Park (SW Spain). *Wetlands* 25: 101-111.

Thiéry A. 1986. Les crustacés branchiopodes (Anostraca, Notostraca et Conchostraca) du Maroc occidental. I. Inventaire et répartition. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse* 122: 145-155.

Thiéry A. 1987. Les Crustacés Branchiopodes Anostraca, Notostraca et Conchostraca des milieux limniques temporaires (dayas) au Maroc. *Taxonomie, biogéographie, écologie*. Ph.D. Thesis. Université d'Aix-Marseille III, Marseille. 405 p.

Van den Broeck M, Waterkeyn A, Brendonck L, Rhazi L. 2015. Distribution, coexistence, and decline of Moroccan large branchiopods. *Journal of Crustacean Biology* 35: 355-365.

Verdiell-Cubedo D. 2012. Inventario y estado de conservación de las charcas ganaderas en la Región de Murcia (SE Península Iberica). *Anales de Biología* 34: 1-8.

Verdiell-Cubedo D, Boix D. 2014. Primeros datos sobre la distribución de grandes branquiópodos (Crustacea: Branchiopoda) en la Región de Murcia (SE España). *Anales de Biología* 36: 65-69.

Vila X, Abellà CA. 1990. Les sorgències del Pla d'Usall. *Quaderns del Centre d'Estudis Comarcals de Banyoles (1988-1989)*: 7-22.

Wells ML, Hathaway SA, Simovich MA. 1997. Resilience of anostracan cysts to fire. *Hydrobiologia* 359: 199-202.

## Anexo 1. Categoría de amenaza de *Linderiella baetica* según los criterios de IUCN (2012).

Las categorías de la IUCN ofrecen una guía clara y objetivable para evaluar los diferentes factores relacionados con el riesgo de extinción. Estas categorías son fruto de un amplio consenso y reconocimiento internacional y son de aplicación para la mayoría de los organismos y cualquier área geográfica o política. Existe una gama de criterios cuantitativos que definen las categorías “en peligro crítico”, “en peligro” o “vulnerable”. Estas tres categorías se describen como “amenazadas”. El cumplimiento de tan solo uno de estos criterios hace posible que un taxón pueda ser incluido en ese nivel de amenaza. Conforme al protocolo, se evaluó *Linderiella baetica* con todos los criterios (A-E). Se indica con (OK) cuando cumple el criterio; con (X) cuando no lo cumple y con (\*) cuando no ha sido posible evaluarlo por falta de datos. Se indica la justificación.

**A) Reducción del tamaño de la población** basada en cualquiera de los siguientes puntos.

1. La población ha experimentado una reducción observada, estimada, inferida o sospechada  $\geq 90\%$  en los últimos 10 años o en tres generaciones, dependiendo de cuál sea el período más largo, en el que se puede demostrar que las causas de la reducción son claramente reversibles Y entendidas Y que han cesado, basándose en y cumpliendo al menos una de las siguientes opciones:

- observación directa. (\*)
- un índice de abundancia apropiado para el taxón. (\*)
- una reducción del área de ocupación, extensión de presencia y/o calidad del hábitat. (\*)
- niveles de explotación reales o potenciales. (\*)
- efectos de taxones introducidos, hibridación, patógenos, contaminantes, competidores o parásitos. (\*)

2. La población ha experimentado una reducción observada, estimada, inferida o sospechada  $\geq 80\%$  en los últimos 10 años o en tres generaciones, dependiendo de cuál sea el período más largo, donde esa reducción, o sus causas, pueden no haber cesado, O pueden no ser entendidas, O no ser reversibles, basándose en y cumpliendo al menos una de las opciones (a) a (e) mencionadas en A1. (\*)

3. Una reducción de la población  $\geq 80\%$  que se proyecta o se sospecha será alcanzada en los próximos 10 años o tres generaciones, dependiendo de cuál sea el período más largo (hasta un máximo de 100 años), basándose en y cumpliendo al menos una de las opciones (b) a (e) mencionadas en A1. (OK, c) está proyectada la urbanización de la mayor parte de la parcela que alberga la charca en los próximos 3 años. Incluso si se deja parte del vaso lagunar, es previsible una reducción de la calidad del hábitat derivado de la entrada al sistema de nutrientes, contaminantes, así como una alteración del hidropereodo, que se sospecha que reducirán la población  $\geq 80\%$  en los próximos 10 años).

4. Una reducción de la población observada, estimada, inferida, o sospechada  $\geq 80\%$  en un período de 10 años o tres generaciones, dependiendo de cuál sea el período más largo (hasta un máximo de 100 años en el futuro), donde el período de tiempo debe incluir el pasado y el futuro, y la reducción o sus causas pueden no haber cesado, O pueden no ser entendidas, O pueden no ser reversibles, basándose en y cumpliendo al menos una de las opciones (a) a (e) mencionadas

en A1. (\*)

**B) Distribución geográfica** en la forma B1 (extensión de presencia) o B2 (área de ocupación) O ambas:

1. Extensión de presencia estimada menor a 100 km<sup>2</sup> (\*: no se puede calcular la extensión de presencia con una única localidad conocida) y estimaciones indicando el cumplimiento de, al menos, dos de los puntos a-c.

a. Severamente fragmentada o conocida en una sola localidad.

b. Disminución continua, observada, inferida o proyectada, en cualquiera de los siguientes aspectos:

- Extensión de presencia
- Área de ocupación
- Área, extensión y/o calidad del hábitat
- Número de localidades o subpoblaciones.
- Número de individuos maduros.

c. Fluctuaciones extremas en cualquiera de los siguientes aspectos: (\*: no es aplicable, dado que el hábitat no es objeto de usos fluctuantes y reversibles).

- Extensión de presencia.
- Área de ocupación.
- Área, extensión y/o calidad del hábitat.
- Número de localidades o subpoblaciones.
- Número de individuos maduros.

2. Área de ocupación estimada menor a 10 km<sup>2</sup> (OK: el área de ocupación ocupa 0,008 km<sup>2</sup>) y estimaciones indicando el cumplimiento de, al menos, dos de los puntos a-c.

a. Severamente fragmentada o conocida en una sola localidad. (OK: la especie solo se conoce en la Charca de Carretones de Puerto Real, a pesar del elevado número de charcas y lagunas prospectadas en Andalucía y el resto de la península ibérica).

b. Disminución continua, observada, inferida o proyectada, en cualquiera de los siguientes aspectos:

- Extensión de presencia (OK: se ha observado una reducción de la superficie natural en los últimos 5 años y está proyectada la construcción de la parcela que alberga la laguna)
- Área de ocupación (OK: se ha observado una reducción de la superficie natural en los últimos 5 años y está proyectada la construcción de la parcela que alberga la laguna).
- Área, extensión y/o calidad del hábitat (OK: es previsible una disminución del área, extensión y calidad del hábitat con la construcción de la parcela que alberga la laguna. Durante la fase de obra de duplicación y soterramiento de la vía del tren a su paso por Puerto Real se aportaron áridos alóctonos a la laguna que incrementaron su turbidez (Fig. 3). La construcción de un carril alrededor del vaso lagunar ha incrementado bruscamente las pendientes de la charca. Este carril es usado por los vecinos para pasear mascotas, lo que conlleva la acumulación de excrementos, con el consiguiente riesgo de eutrofización).
- Número de localidades o subpoblaciones. (OK: la construcción de infraestructuras en la parcela que alberga la charca conllevaría la desaparición de la localidad).
- Número de individuos maduros. (\*)

c. Fluctuaciones extremas en cualquiera de los siguientes aspectos: (\*: no es aplicable, dado que el hábitat no es objeto

de usos fluctuantes y reversibles).

- i. Extensión de presencia.
- ii. Área de ocupación.
- iii. Área, extensión y/o calidad del hábitat.
- iv. Número de localidades o subpoblaciones.
- v. Número de individuos maduros.

**C) Tamaño de la población** estimada en menos de 250 individuos maduros (\*) y ya sea:

1. Una disminución continua estimada de, al menos, un 25% en un periodo de tres años o una generación, según la cual sea el periodo más largo (hasta un máximo de 100 años en el futuro) (\*: no se dispone de datos del número de individuos maduros en varios ciclos de inundación completos), O
2. Una disminución continua, observada, proyectada o inferida, en el número de individuos maduros Y al menos uno de los siguientes subcriterios (\*: no se dispone de datos del número de individuos maduros en varios ciclos de inundación completos) (a-b):
  - a. Estructura poblacional en una de las siguientes formas:

- i. Se estima que ninguna subpoblación contiene más de 50 individuos maduros, O
- ii. Por lo menos el 90% de los individuos maduros están en una subpoblación (\*: solo se conoce una población).
- b. Fluctuaciones extremas en el número de individuos maduros (\*: no se dispone de datos del número de individuos maduros en varios ciclos de inundación completos).

**D)** Se estima que el **tamaño de la población** es menor de 50 individuos maduros. (\*: sin datos disponibles desde 2007).

**E)** El análisis cuantitativo muestra que la **probabilidad de extinción** en estado de vida silvestre es de, al menos, un 50% dentro de 10 años o tres generaciones, dependiendo de cuál sea el periodo más largo (hasta un máximo de 100 años). (\*: sin datos disponibles).

**Conclusión:** *Linderiella baetica* debería ser considerada una especie "En peligro crítico", según los criterios: A3c; B2a,b(i,ii,iii,iv).