Artículo

ANFIBIOS DEL LITORAL ATLÁNTICO DE LA PROVINCIA DE CÁDIZ: DISTRIBUCIÓN REPRODUCTIVA, ESTADO DE CONSERVACIÓN Y LOCALIDADES DE MAYOR INTERÉS PARA SU CONSERVACIÓN

José María Torres[1]*, Ignacio Hernández[2], Ricardo Reques[3]

[1]*C/Acacias, 10 Dpdo. 1ºA, 11007 - Cádiz.*
[2]*Departamento de Biología, Universidad de Cádiz, Pol. Río San Pedro s/n, 11510 - Puerto Real (Cádiz).*
[3]*Departamento de Ecología Evolutiva, Estación Biológica de Doñana, Sevilla, España.*

Recibido: 21 de agosto de 2014. Aceptado (versión revisada): 8 de diciembre de 2014. Publicado en línea: 18 de diciembre de 2014.

Palabras claves: anfibios, conservación, distribución, litoral atlántico, Cádiz, cuadrículas prioritarias.
Keywords: amphibians, conservation, distribution, Atlantic coast, Cádiz, priority grids.

Resumen

*Durante los años hidrológicos 2006/07, 2007/08 y 2008/09 se llevó a cabo una intensa prospección de los medios acuáticos naturales y artificiales que sirven de hábitats reproductivos para los anfibios en el litoral atlántico de la provincia de Cádiz. A partir de los datos obtenidos y utilizando una escala 1 x 1 Km, se determinó la distribución actual de cada una de las especies, con especial atención a las especies endémicas de Andalucía, clasificándolas según su riesgo de extinción e identificando las cuadrículas UTM 1 x 1 km de mayor interés para la conservación de los anfibios. En el área de estudio la especie con distribución reproductiva más extensa fue el sapillo moteado ibérico (Pelodytes idericus). El tritón pigmeo (*Triturus pygmaeus*) presentó el mayor riesgo de extinción en el área de estudio, combinando una distribución restringida con el uso de una limitada variedad de hábitats reproductivos y un periodo larvario moderadamente prolongado. Por el contrario, la rana verde ibérica (*Pelophylax perezi*), la ranita meridional (*Hyla meridionalis*) y el sapo de espuelas (*Pelobates cultripes*) presentaron el menor riesgo de extinción. Por último, se identificaron tres cuadrículas UTM 1 x 1 km de especial interés para la conservación de anfibios: 29SQA5731, 29SQA6709 y 29SQA4858. La fragmentación de las poblaciones de anfibios existentes en el área de estudio se ha convertido en el principal problema para su conservación.*

Abstract

*During the hydrological years 2006/07, 2007/08 and 2008/09, in the Atlantic littoral of Cadiz province, a thorough research of natural and artificial aquatic environments where amphibians reproduced was carried out. From the data obtained, and using a scale 1 x 1 km, the distribution of current species was determined, paying special interest to the endemic species of Andalucía, sorting them based on the risk of becoming extinct, and identifying the grids where amphibians could be better preserved. In the study area, the Iberian paisley frog (Pelodytes ibericus) showed the highest reproductive extension. The Pygmy marbled newt (*Triturus pygmaeus*) presented the greatest risk of becoming extinct in the area of study. This species combined a restricted distribution, the use of few reproductive habitats and a moderately extended larval period. By contrast, the Iberian green frog (*Pelophylax perezi*), the Stripeless treefrog (*Hyla meridionalis*) and the Western spadefoot toad (*Pelobates cultripes*) showed the lowest risk of extinction among the species analysed. To conclude, three grids UTM 1 x 1 Km were identified as special interest for amphibian preservation: 29SQA5731, 29SQA6709, and 29SQA4858. The fragmentation is among the largest threat over amphibian populations in the area of study.*

Introducción

En las últimas décadas, el paisaje de la costa atlántica de Andalucía ha sufrido el impacto de los intensos cambios de uso del suelo, de manera similar a muchas otras áreas mediterráneas (Symeonakis et al. 2007). Las causas de estos cambios en el área mediterránea se encuentran en los grandes proyectos turísticos, la agricultura a gran escala y el desarrollo de las áreas urbanas (Antrop 1993). En el caso particular de la costa atlántica de la provincia de Cádiz, los factores que han influido en los cambios de uso del suelo en los últimos 50 años han sido el crecimiento de la población, la concentración del turismo en masa en la franja costera, el desarrollo de las infraestructuras viarias y el cambio de los cultivos tradicionales de secano por otros de regadío o de invernadero (Jordán et al. 2008). Como consecuencia de los cambios de uso del suelo, se ha incrementado la pérdida de los humedales costeros que utilizan los anfibios para la reproducción (Reques 2005) y la fragmentación del hábitat, que se consideran como las mayo-

*Autor para correspondencia. Email: jmtorrescastillo@hotmail.com

res amenazas para las poblaciones de anfibios a nivel mundial (Houlahan y Findlay 2003; Cushman 2006).

Estudios previos sobre Anfibios y Reptiles de la provincia de Cádiz (Blanco et al. 1995), cuyos resultados se representaron en mapas de distribución con cuadrículas UTM 10x10 Km, apreciaron un descenso en las poblaciones de algunas de las especies de anfibios como el tritón pigmeo (*Triturus pygmaeus*), el sapo común (*Bufo bufo*), el sapo corredor (*Bufo calamita*) y la ranita meridional (*Hyla meridionalis*), que se relacionó con las actividades humanas. En trabajos más recientes, dentro del campo de la conservación de anfibios, se señala la necesidad de diseñar programas de conservación activa con el fin de preservar humedales de elevado valor biológico en la provincia de Cádiz, por ser lugares de reproducción de poblaciones de anfibios endémicos (Reques 2002, 2004).

Dado que la distribución de anfibios en el litoral atlántico de la provincia de Cádiz no ha sido objeto de estudio específico en el pasado, sino que siempre formó parte de estudios más amplios que abarcaron la totalidad de la provincia (Busack, 1977; Busack y Jaksic, 1982; Blanco, et al., 1995; Reques, 2002; Reques, 2004), y que este espacio litoral está sufriendo en la actualidad una rápida transformación que amenaza la existencia de las últimas poblaciones, los objetivos del presente estudio han sido conocer la distribución actual y el estado de conservación de las diferentes especies de anfibios e identificar las cuadrículas UTM 1 x 1 km de mayor interés del área de estudio para este grupo de vertebrados.

Material y métodos

Área de estudio

El área objeto de estudio abarca 83 Km de la franja litoral de la costa atlántica de la provincia de Cádiz, extendiéndose con una anchura variable desde la desembocadura del río Guadalquivir en Sanlúcar de Barrameda (36o 47’ N; 6o 21’ O), hasta el arroyo de la Zarzuela (36o 9’ N; 5o 48’ O), en el término municipal de Tarifa (figura 1). Desde el punto de vista biogeográfico, el área de estudio constituye un conjunto original, pues es considerada como una de las tres áreas biogeográficas de la provincia de Cádiz junto a la campiña y a la serranía, siendo denominada como “litoral” (Busack y Jaksic 1982) o como “llanuras litorales y campiñas atlánticas” (Gutiérrez et al. 1991; Mateo et al. 2003) y reconocida, además, como una Comarca Natural de vegetación de Andalucía Occidental (Valdés et al. 1987).

El límite físico de los muestreos tierra adentro se situó en las principales vías de comunicación que corren paralelas a la costa. Estas vías de comunicación marcarían el límite del espacio litoral de mayor presión humana, alrededor de los 5 Km de promedio desde la línea de costa y que, según Villar (2011), es apto para explicar el proceso de urbanización vinculado al litoral de Andalucía.

El clima de la zona es de tipo mediterráneo con influencias oceánicas (Capel 2000), con veranos secos y cálidos e inviernos suaves y con máximos pluviométricos en los meses de noviembre diciembre y enero.

La vegetación potencial pertenece a la Región Mediterránea, Subprovincia Gaditano-Algarviense y Sector Gaditano-Costero Onubense (Bejarano 1997). La vegetación debería estar dominada por el alcornocal sobre dunas costeras (*Oleo-Quercetum suberis* S.), pero éste ha desaparecido debido al uso intensivo que se ha realizado del suelo para usos agrícolas desde la antigüedad (Mateo 2003). En la actualidad, el paisaje es predominantemente abierto, con dominio del cultivo extensivo de los cereales de invierno, principalmente trigo y de los cultivos de regadío como el algodón. El pino piñonero (*Pinus pinea* L.) es la especie arbórea que caracteriza el paisaje forestal en el litoral de la provincia de Cádiz. Creados desde principios del siglo XX como bosques protectores contra la erosión eólica y la fijación de dunas, actualmente son bosques naturalizados en evolución con presencia de enebrales y sabinares , con un rico matorral mediterráneo acompañante y una flora asociada de gran diversidad (Cueto 2001). En las marismas la vegetación está dominada por comunidades halófilas con quenopodiáceas subarbustivas crasas (*Arthrocnemun macrostachyum*, *Suaeda vera* y *Sarcocornia* sp.) (García de Lomas et al. 2008).

Recogida de datos

Durante los años hidrológicos 2006/07, 2007/08 y 2008/09 se llevaron a cabo 396 muestreos de larvas de anfibios, para un total de 108 medios acuáticos localizados dentro de 69 cuadrículas de 1 x 1 km pertenecientes al área de estudio (Fig. 1). Se muestrearon los cuerpos de agua más representativos tanto naturales (lagunas, charcas estacionales, encharcamientos y arroyos), como artificiales (canteras, cunetas de carretera, canales de riego, piscinas y albercas) que podían servir como hábitats reproductivos para los anfibios. El esfuerzo de muestreo no fue homogéneo en todo el territorio, pues tampoco lo fue la disponibilidad de hábitats acuáticos para los anfibios en la zona prospectada.

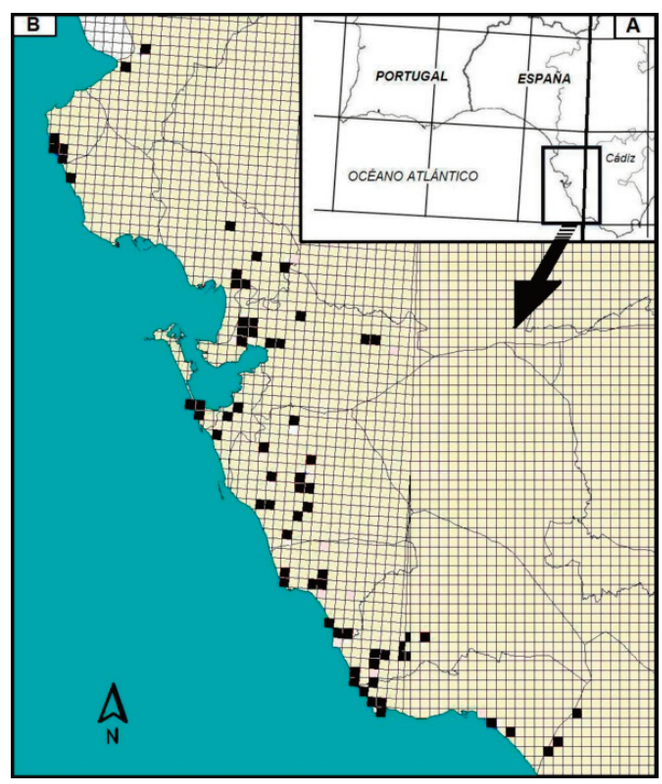

Figura 1. A) Mapa del suroeste de la península Ibérica dividido en cuadrículas UTM 100 x 100 Km y localización del área de estudio. B) mapa del área de estudio dividido en cuadrículas UTM 1 x 1 Km. En negro se señalan las 69 cuadrículas muestreadas.

Para la captura de larvas se utilizó una red de mano, de brazo extensible, con forma de triángulo equilátero de 34 cm de lado y 2 mm de luz de malla. En los cuerpos de agua de mayor superficie se muestrearon todos los microhábitats existentes. Una vez determinadas, las larvas se devolvían inmediatamente al medio. Para ser más exhaustivos, los muestreos de larvas se completaron con prospecciones visuales para la detección de huevos, juveniles y metamórficos que sirvieron para confirmar la reproducción de las correspondientes especies en dichos medios.

Se estimó el número de especies reproductoras de cada cuadrícula UTM 1 x 1 Km considerando todas las especies detectadas al menos una vez en las diferentes campañas de muestreo.

Evaluación del riesgo de extinción de cada especie

Para la evaluación del riesgo de extinción de cada una de las especies de anfibios presentes en el área de estudio se llevó a cabo una adaptación de la metodología utilizada por Andreone y Luiselli (2000), Filippi y Luiselli (2000) y Egea-Serrano et al. (2006). El método se basa en la estima de siete variables previas relacionadas con la taxonomía, la biología, la distribución y la ecología de las especies de anfibios presentes en el área de estudio. Los valores más altos asignados a cada variable asumen mayor influencia en su riesgo de extinción.

Las variables consideradas, sus categorías y las razones por las que se les asignó la puntuación, son las siguientes:

Presencia reproductiva de la especie en el área de estudio (PA): La puntuación asignada a cada especie se basó en la proporción de cuadrículas 1x1 Km en la que se comprobó su reproducción, sobre el total de 69 muestreadas. De este modo, se establecieron cuatro categorías ordenadas de más alta presencia a más baja: 0. Reproducción en > 30% de las cuadrículas muestreadas; 1. Reproducción en 15-30%; 2. Reproducción en 5-15%; 3. Reproducción en < 5%.

Hábitat reproductor (HR): Los hábitats reproductores se clasificaron en medios naturales (charcas efímeras, charcas temporales de mediana duración, lagunas temporales de larga duración y arroyos) y artificiales (piscinas y albercas, cunetas de carretera, canales de riego y canteras). La puntuación asignada a cada especie fue inversa al número de hábitats reproductores utilizados para la reproducción. Se presupone que a mayor plasticidad reproductora, mayores posibilidades de soportar una posible pérdida de algunos de los hábitats por diferentes impactos naturales o humanos. De esta forma, la puntuación asignada fue: 0. Especies que utilizan al menos 5 tipos de hábitats reproductivos. 1. Especies que utilizan 3 o 4 tipos; 2. Especies que utilizan hasta 2 tipos de hábitats reproductivos.

Número de huevos (NH): Se asignaron las siguientes puntuaciones en función del número de huevos en la freza: 0. > 2000; 1. 1000-2000; 2. 500-1000; 3. < 500. La valoración se basó en la suposición de que las especies que presentan mayor fertilidad pueden recuperarse mejor tras una alteración del hábitat (Egea-Serrano et al. 2006).

Duración del período de desarrollo larvario (PL): 0. < 60 días; 1. entre 60 y 90 días; 2. entre 91 y 120 días; 3. entre 121 y 180 días. Se supuso que las especies con un período larvario prolongado están expuestas, durante un mayor período de tiempo, a determinados impactos como la desecación del humedal, la alteración de la calidad del agua o la depredación de las larvas, antes de la culminación del desarrollo larvario. Aunque la duración del período larvario puede ser plástico para la mayoría de las especies, se tomaron los valores medios presentes en la bibliografía consultada (ver tabla 1).

Longevidad (L). 0. >15 años; 1. 11-15 años; 2. 6-10 años. La valoración se basó en suponer que cuanto más larga es la vida del individuo, más posibilidades tiene de dejar descendencia, incluso si no se dan las condiciones climatológicas adecuadas durante varios años. La longevidad adjudicada a cada especie se basó en los datos existentes en la bibliografía consultada (ver tabla 1).

Adaptabilidad a ambientes alterados (AA): La puntuación varió de 0 a 2 teniendo en cuenta la capacidad de las especies para reproducirse en ambientes alterados: 0. Especies muy adaptables (pueden efectuar la reproducción en medios acuáticos artificiales o muy alterados); 1. Especies adaptables (pueden efectuar la reproducción en medios moderadamente alterados); 2. Especies escasamente adaptables (se reproducen preferentemente en medios acuáticos bien conservados. En un espacio cada vez más alterado por los impactos humanos, las especies más plásticas y adaptables tendrán mayor posibilidad de persistir en la zona a largo plazo. La puntuación asignada a

Tabla 1. Referencias utilizadas para decidir las puntuaciones de las especies de anfibios estudiadas para cada factor de riesgo: PA. Presencia en el área de estudio; HR. Hábitat reproductor; NH. Número de huevos; PL. Duración del período de desarrollo larvario; L. Longevidad; AA. Adaptabilidad a ambientes alterados; ET. Exclusividad taxonómica; 1. García París et al (2004); 2. Barbadillo et al (1999); 3. Reques R (2000); 4. Marangoni F y Tejedo M (2006); 5. Experiencia de los autores. 6. Campañas de muestreos 2006/09.

Especies	PA	HR	NH	PL	L	AA	ET
Pleurodeles waltl	6	6	1	1	3	1, 5, 6	1
Triturus pygmaeus	6	6	1	1	1	1, 5, 6	1
Discoglossus jeanneae	6	6	3	3, 2	3	1, 5, 6	1
Pelobates cultripes	6	6	4, 1	1	3	1, 5, 6	1
Pelodytes ibericus	6	6	1, 3	3	2	1, 5, 6	1
Bufo bufo	6	6	1, 2	1	1, 2	1, 5, 6	1
Bufo calamita	6	6	4, 3, 1	3, 1	3	1, 5, 6	1
Hyla meridionalis	6	6	1	3, 1	2	1, 5, 6	1
Pelophylax perezi	6	6	1	3, 1	1, 2,3	1, 5, 6	1

Tabla 2. Puntuaciones de las variables independientes que se considera que afectan a la supervivencia de las especies de anfibios del litoral atlántico de la provincia de Cádiz. Abreviaturas como en la Tabla 1.

Especies	PA	HR	NH	PL	L	AA	ET
Pleurodeles waltl	0	1	2	2	0	0	2
Triturus pygmaeus	3	2	3	2	2	3	1
Discoglossus jeanneae	2	1	1	0	2	1	1
Pelobates cultripes	0	1	0	3	1	1	3
Pelodytes ibericus	0	0	2	1	2	0	3
Bufo bufo	3	2	0	1	0	1	0
Bufo calamita	2	2	0	0	2	2	0
Hyla meridionalis	1	1	1	1	2	0	0
Pelophylax perezi	0	0	0	0	2	0	0

cada especie se decidió a partir de los datos existentes en la bibliografía consultada y en las observaciones realizadas por los autores en la zona de estudio (tabla 1).

Exclusividad taxonómica (ET). Este elemento se evaluó de 0 a 3 según el siguiente criterio: 0. Especies pertenecientes a una familia politípica con varios géneros, y más de 10 especies pertenecientes a ese mismo género. 1. Especies pertenecientes a una familia politípica con varios géneros, y entre 4 y 10 especies pertenecientes a ese mismo género. 2. Especies pertenecientes a una familia politípica con varios géneros, y menos de 4 especies pertenecientes a ese mismo género. 3. Especies pertenecientes a una familia monotípica formada por un solo género.

Se asumió que las especies representantes de una familia monotípica con un solo género tienen más importancia desde el punto de vista de la conservación que las familias politípicas que constan de varios géneros.

Con la matriz de puntuaciones asignada a cada especie se realizó un análisis multifactorial (análisis de correspondencias múltiples; ACM) utilizando el paquete estadístico SPSS 19 para Windows (Pérez 2005).

El riesgo de Extinción (RE) de cada especie se obtuvo a partir de la ordenación obtenida en las dos primeras dimensiones extraídas del ACM, que se clasificaron en cuatro categorías: 4. Especies que mostraron valores positivos para ambas dimensiones (alto riesgo de extinción); 3. Especies que mostraron valores positivos para la dimensión 1 y valores negativos para la dimensión 2 (riesgo de extinción medio-alto); 2. Especies que mostraron valores negativos para la dimensión 1 y valores positivos para la dimensión 2 (riesgo de extinción medio-bajo); 1. Especies que mostraron valores negativos para ambas dimensiones (bajo riesgo de extinción).

Considerando el número de especies por cuadrícula y el riesgo de extinción (RE) previamente calculado para cada especie en el ACM, se calculó un índice de valor biológico (IVB) para cada cuadrícula UTM 1x1 Km según la expresión: $\sum RE_i + Nºspp_j$. En esta ecuación RE_i representa el riesgo de extinción para las especies *i* calculado mediante el análisis multifactorial y Nº spp_j es el número de especies presentes en la cuadrícula *j*. A partir de los valores del IVB obtenidos en cada cuadrícula se establecieron las zonas prioritarias de conservación en el área de estudio para el grupo de los anfibios.

Resultados

Distribución reproductiva de las especies de anfibios.

En el área de estudio se comprobó la reproducción de 9 de las 10 especies de anfibios que se han descrito para la provincia de Cádiz (Blanco et al., 1995; Reques, 2004). No se registró la presencia de la salamandra común (*Salamandra salamandra*). Los mapas de distribución con las cuadrículas 1 x 1 km donde se comprobó la reproducción de cada especie se encuentran en la figura 2. Los medios acuáticos utilizados se encuentran en la tabla 3.

En función de su extensión reproductiva, basada en el porcentaje de cuadrículas 1 x 1 Km donde se detectó la presencia de larvas, huevos o metamórficos de cada especie, las 9 especies se clasificaron en cuatro grupos. El sapillo moteado ibérico (*Pelodytes ibericus* Sánchez-Herráiz, Barbadillo, Machordom y Sanchiz, 2000), el gallipato (*Pleurodeles waltl* Michahelles, 1830), la rana verde ibérica (*Pelophylax perezi* López Seoane, 1885) y el sapo de espuelas (*Pelobates cultripes* Cuvier, 1829) formaron el grupo de las especies de más amplia distribución reproductiva, pues se reprodujeron en una proporción de cuadrículas superior al 30%. Con menor extensión reproductiva, aunque ampliamente distribuida en la zona, la ranita meridional (*Hyla meridionalis* Boettger, 1874) se reprodujo en el 22% de las cuadrículas muestreadas. Un grupo de especies menos abundantes lo forman el sapillo pintojo meridional (*Discoglossus jeanneae* Busack, 1986) y el sapo corredor (*Bufo calamita* Laurenti, 1768), cuyas larvas se detectaron en un porcentaje de cuadrículas comprendido entre el 10% y el 12%. Finalmente, y como especies escasas o raras en la zona, el tritón pigmeo (*Triturus pygmaeus* Wolterstorff, 1905) y el sapo común (*Bufo bufo* Linnaeus 1758) no alcanzaron el 5 % de presencia reproductiva.

De manera resumida, las especies de anfibios del litoral gaditano cumplen las siguientes características relativas a su distribución reproductiva y a los medios acuáticos utilizados:

Pleurodeles waltl. Especie asociada preferentemente a charcas de mediana duración, que representaron el 71% de los cuerpos de agua utilizados. En algo más del 60% de los medios acuáticos sus larvas se encontraron en simpatría con las de *Pelobates cultripes*.

Triturus pygmaeus. Especie escasa en el área de estudio, con

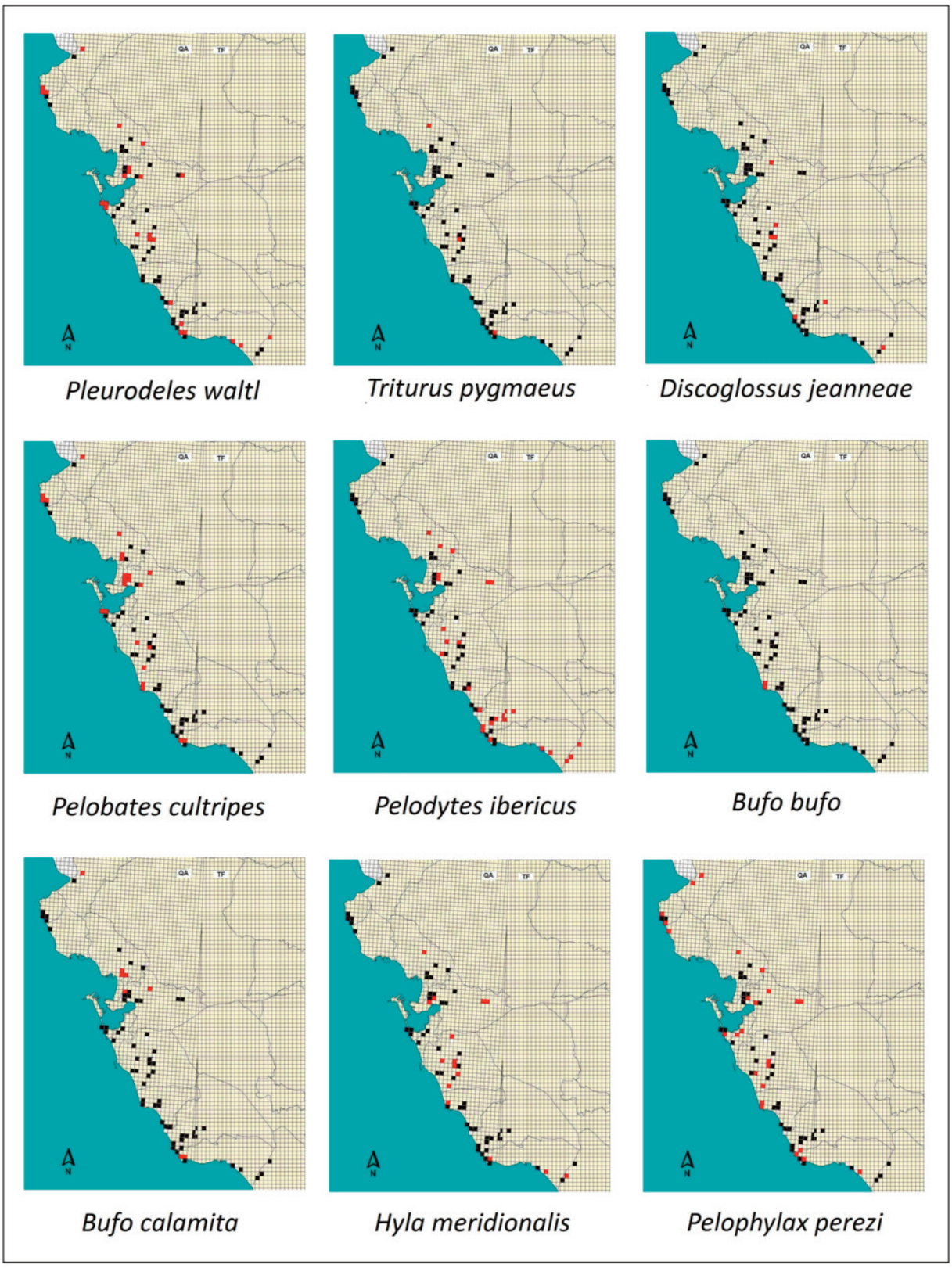

Figura 2. Distribución reproductiva de cada una de las especies de anfibios del litoral atlántico de la provincia de Cádiz. Cuadrículas 1 x 1 Km. En rojo se indica la presencia reproductiva de cada especie. En negro se señalan las cuadrículas muestreadas en las que no se detectó la reproducción de la especie.

poblaciones aisladas, que fueron localizadas exclusivamente en lagunas temporales de larga duración con vegetación bien conservada como La Juncosa y La Paja, y en las charcas de mediana y larga duración de Cabo de Trafalgar.

Discoglossus jeanneae. La presencia de la especie fue escasa en el área de estudio, con poblaciones aisladas. Utilizó toda la variedad de medios acuáticos naturales presentes en el área de estudio.

Pelobates cultripes. Ampliamente distribuida dentro del área de estudio. Utiliza con preferencia charcas de mediana duración (74%) asociadas normalmente a arenales costeros. En el 50% de los medios acuáticos donde efectuó la reproducción coincidió con *Pleurodeles waltl*.

Pelodytes ibericus. Fue la especie que llevó a cabo la reproducción en un mayor número de cuadrículas (28), asociada principalmente a charcas efímeras y de mediana duración (69%), aunque utiliza un amplio abanico de medios reproductivos como lagunas temporales de larga duración, arroyos y cunetas de carretera. No se detectó en las cuadrículas situadas en el norte del área de estudio. Los medios acuáticos con presencia de esta especie se encontraron situados en paisajes abiertos, de baja cobertura vegetal, preferentemente en áreas de agricultura de cereales de invierno, algodón o maíz, o en marismas. No compartió el medio reproductivo con ninguna otra especie en el 52% de los casos.

Bufo bufo. Se trata de una especie rara en la zona de estudio, pues sólo se le detectó en dos cuadrículas contiguas situadas en el término municipal de Conil de la Frontera coincidiendo con el curso de río Roche.

Bufo calamita. Especie escasa y con poblaciones fraccionadas en el área de estudio. Su distribución estuvo restringida a varias cuadrículas al norte de la bahía de Cádiz y a dos cuadrículas en cabo de Trafalgar. Medra únicamente en charcas efímeras (57%) y temporales de mediana duración (43%).

Hyla meridionalis. Especie ampliamente distribuida alrededor de la bahía de Cádiz y hacia el sur de la zona de estudio. Utiliza una amplia gama de medios acuáticos reproductivos que se caracterizaron por poseer una importante cobertura de plantas acuáticas emergentes. La mitad de los medios acuáticos utilizados correspondieron a charcas temporales de mediana duración. En un 10% de los casos utilizó piscinas pertenecientes a urbanizaciones con extensas zonas ajardinadas.

Pelophylax perezi. A su amplia distribución en todo el área de estudio, se añade una amplia gama de medios acuáticos reproductivos, tanto naturales como artificiales. Sólo faltó en medios efímeros.

Riesgo de extinción local de las especies de anfibios.

La tabla 4 presenta las puntuaciones de cada variable en cada una de las dos dimensiones extraídas en el análisis de correspondencias múltiples (ACM), que indican la influencia de cada variable en la ordenación obtenida.

En la dimensión 1 todas las variables, a excepción de las variables duración del período larvario (PL) y longevidad (L), presentan buenos valores de discriminación y una elevada consistencia interna, por lo que todas ellas contribuyen a definirla. En la dimensión 2 las variables discriminan en general en menor medida, a excepción de las variables número de huevos (NH) y duración del período larvario (PL) que presentan los mayores valores de discriminación para esta dimensión. Considerando los valores obtenidos por las variables en las dos dimensiones, la variable hábitat reproductor (HR) combina un elevado valor para la dimensión 1 con el menor valor para la dimensión 2, lo que implica que es la principal variable que ordena a las especies en el eje horizontal. Por su parte, la variable duración del período larvario (PL) combina el mayor valor para la dimensión 2 con uno de los menores valores para la dimensión 1 siendo, por lo tanto, la principal variable que ordena a las especies a lo largo del eje vertical.

Los resultados obtenidos por el ACM permiten clasificar las especies en cuatro grupos según su riesgo de extinción en el área de estudio (Figura 3), que se convierte así en una nueva variable. Las puntuaciones de cada especie para el riesgo de extinción (RE) se presentan en la tabla 5.

Tabla 3. Tipología y número de medios reproductivos utilizados por cada especie. Entre paréntesis se indica el número de medios prospectados de cada tipología.

	Pleurodeles waltl	*Triturus pygmaeus*	*Discoglossus jeanneae*	*Pelobates cultripes*	*Pelodytes ibericus*	*Bufo bufo*	*Bufo calamita*	*Hyla meridionalis*	*Pelophylax perezi*
Medios naturales									
Charcas efímeras (21)	0	0	2	0	12	0	8	0	0
Charcas temporales de mediana duración (41)	22	2	1	24	13	0	6	10	4
Lagunas temporales de larga duración (11)	5	3	1	5	2	0	0	6	5
Arroyos (19)	3	0	3	4	7	5	0	2	9
Medios artificiales									
Piscinas y albercas (3)	1	0	0	1	0	0	0	2	1
Cunetas de carreteras (2)	0	0	0	0	2	0	0	0	0
Canales de desagüe o de riego (7)	0	0	0	0	0	0	0	0	7
Canteras (4)	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Tabla 4. Puntuaciones de las variables independientes para las dos dimensiones extraídas del análisis de correspondencias múltiples.

Variables	Dimensión 1 (Varianza=0,59)	Dimensión 2 (Varianza=0,50)
Presencia en el área de estudio (PA)	0,775	0,565
Hábitat reproductivo (HR)	0,602	0,007
Número de huevos (NH)	0,708	0,746
Duración del período larvario (PL)	0,358	0,848
Longevidad (L)	0,228	0,220
Adaptabilidad a ambientes alterados (AA)	0,753	0,547
Exclusividad taxonómica (ET)	0,728	0,553

Tabla 5. Puntuaciones de las especies de anfibios presentes en el litoral atlántico de la provincia de Cádiz para la variable riesgo de extinción (RE).

Especies	RE
Pleurodeles waltl	2
Triturus pygmaeus	4
Discoglossus jeanneae	3
Pelobates cultripes	1
Pelodytes ibericus	2
Bufo bufo	3
Bufo calamita	3
Hyla meridionalis	1
Pelophylax perezi	1

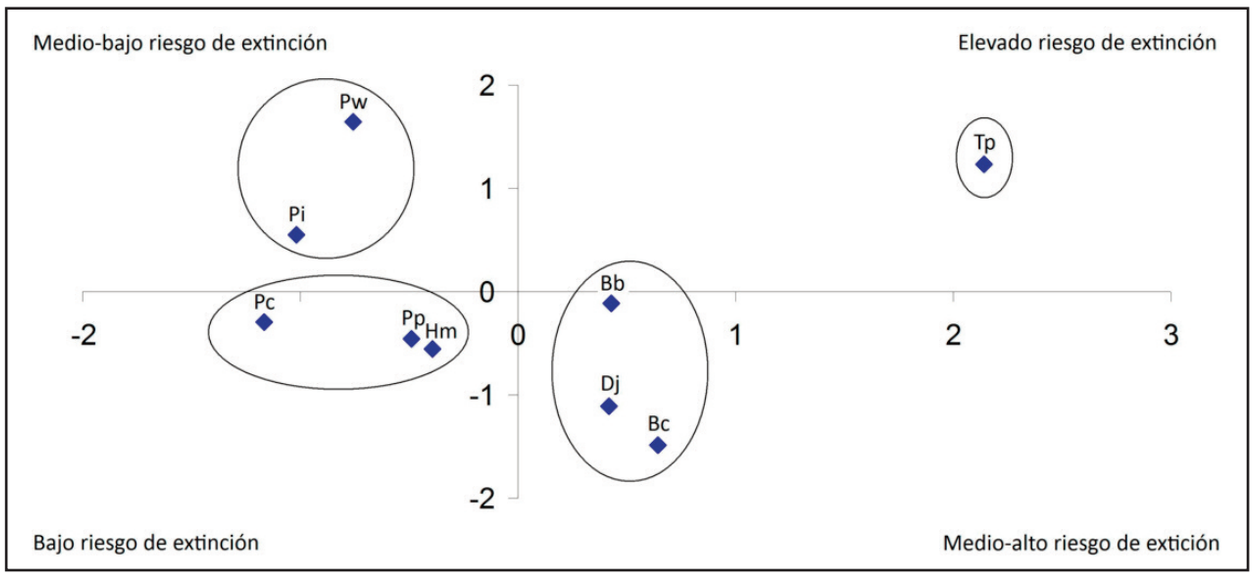

Figura 3. Representación de las puntuaciones de cada especie para las dos dimensiones extraídas por el análisis de correspondencias múltiple. Los grupos de especies de anfibios se identifican en función de su riesgo de extinción (RE). Especies: *Pleurodeles waltl* (Pw), *Triturus pygmaeus* (Tp), *Discoglossus jeanneae* (Dj), *Pelobates cultripes* (Pc), *Pelodytes ibericus* (Pi), *Bufo bufo* (Bb), *Bufo calamita* (Bc), *Hyla meridionalis* (Hm) y *Pelophylax perezi* (Pp).

Cuadrículas de mayor importancia para la conservación de anfibios.

El número máximo de especies reproductoras por cuadrícula fue de 6, y el mínimo de 0. Cada cuadrícula obtuvo una puntuación de índice de valor biológico que reflejó, a escala local, la importancia relativa de cada una de ellas para la conservación del grupo de anfibios en el espacio estudiado (Figura 4). Las cuadrículas UTM 1 x 1 Km que alcanzaron índices de valor biológico superiores al percentil 85 (puntuaciones igual o superiores a 10), se consideraron cuadrículas de conservación prioritaria. El número de cuadrículas que cumplió este requisito fue de 12, lo que representó el 17,4% de la superficie muestreada.

Tres cuadrículas alcanzaron las mayores puntuaciones del índice de valor biológico: 29SQA4858 llegó a los 17 puntos, mientras que 29SQA6709 y 29SQA5731 alcanzaron ambas los 18 puntos.

Discusión

El presente estudio muestra la distribución de los anfibios en el litoral atlántico de la provincia de Cádiz y los principales factores que amenazan la supervivencia de sus poblaciones.

Los resultados obtenidos permiten establecer cuatro categorías de especies según el riesgo de extinción al que se encuentran expuestas. La especie que presenta un mayor riesgo de extinción en el área de estudio es el tritón pigmeo (*Triturus pygmaeus*), que combina una distribución muy restringida y fragmentada con una duración del período larvario moderadamente prolongada, de entre 3 y 4 meses (García-París et al.

2004; Reques 2014) que le lleva a depender de masas de agua de mediana o larga duración (Díaz-Paniagua 1990) que son sus únicos hábitats reproductivos en esta zona. Los cuerpos de agua utilizados para la reproducción se han caracterizado por presentar una vegetación acuática abundante y bien conservada. Aunque los humedales utilizados para la reproducción en el área de estudio se encuentran actualmente bajo alguna figura de protección (Lagunas de la Paja y Juncosa, y charcas de Trafalgar), el aislamiento en el que se encuentran, que es uno de los principales problemas reconocidos para la conservación de la especie en Andalucía (Reques 2014), ponen en riesgo la conservación de sus poblaciones a largo plazo en el área de estudio.

Un segundo grupo de especies, formado por el sapillo pintojo meridional (*Discoglossus jeaneae*), el sapo común (*Bufo bufo*) y el sapo corredor (*Bufo calamita*), presentan un riesgo medio-alto de extinción. Estas especies combinan un período larvario corto con una reducida variedad de hábitats reproductivos, que las convierten en muy vulnerables a la alteración del hábitat. En el caso de *Bufo bufo*, a la restringida distribución que presenta la especie, pozas de río Roche, se une el que parte del hábitat terrestre en contacto con dicho río se encuentra urbanizado. En el caso de *Bufo calamita* su preferencia por medios reproductivos efímeros e inestables incrementa el riesgo de muerte de las larvas por desecación. A principios de los años 90 del siglo pasado Blanco et al. (1995) indicaban ya una menor abundancia de la especie en la provincia de Cádiz que en el pasado. Posteriormente, Reques (2004) detectó a la especie en menor proporción en la provincia de Cádiz que en el resto de Andalucía. Nuevamente, el aislamiento de las poblaciones aún existentes debido a las carreteras y las urbanizaciones litorales puede ser el mayor problema para la supervivencia de este grupo de especies en la zona a largo plazo.

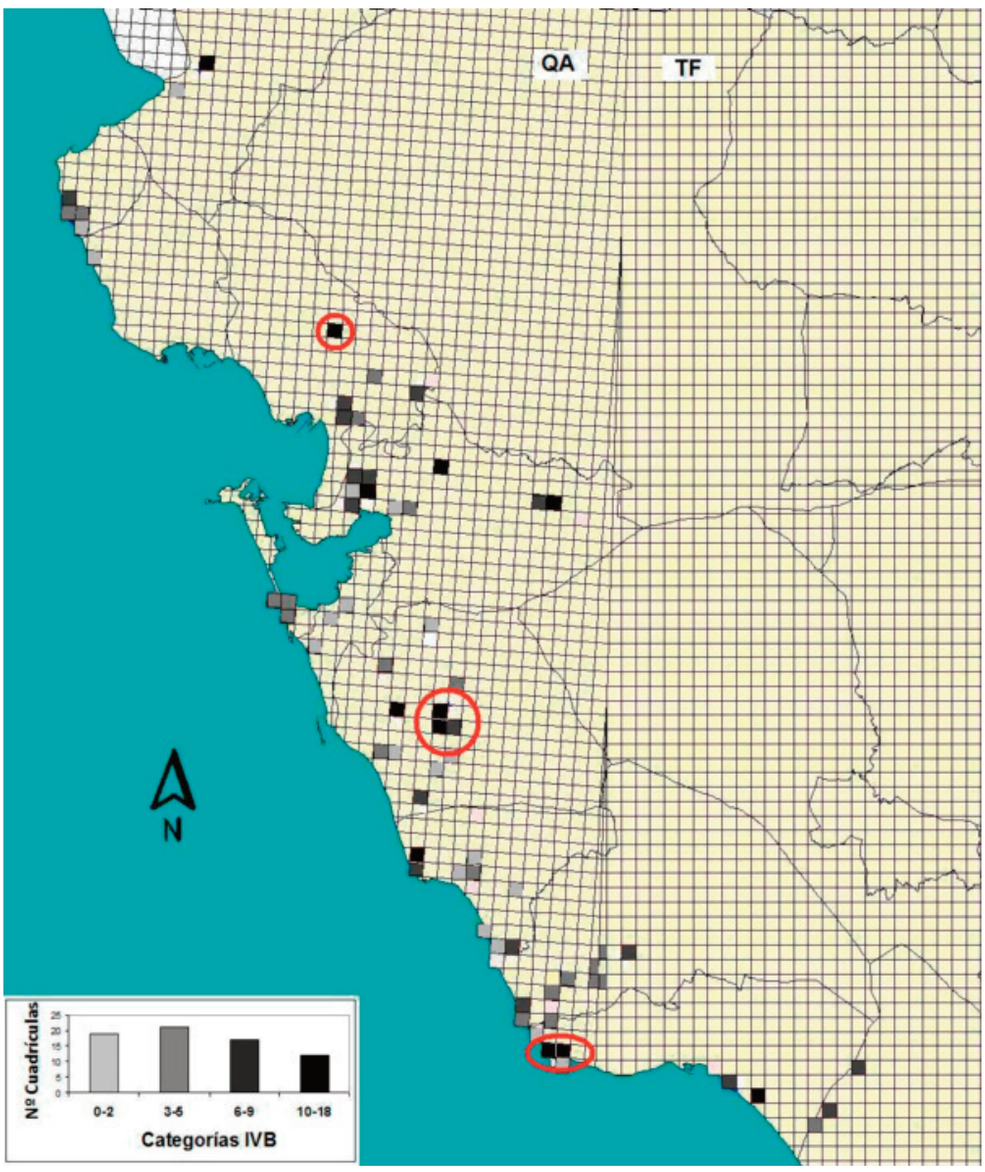

Figura 4. Índice de Valor Biológico (IVB) de cada cuadrícula 1 x 1 Km UTM muestreada en la zona de estudio según la categoría alcanzada. En el interior de los círculos las cuadrículas que alcanzaron los mayores valores del IVB.

Un tercer grupo de especies formado por *Pleurodeles waltl* y *Pelodytes ibericus* se encuentra expuesto a un riesgo de extinción medio-bajo. Se trata de especies con una amplia distribución en el área de estudio, que utilizan una mayor variedad de tipologías de medios reproductivos y que son capaces de persistir en medios alterados. El endemismo ibérico *Pelodytes ibericus* ha presentado la distribución más extensa de todas las especies en el área de estudio (41% de las cuadrículas muestreadas), lo que coincide con los resultados obtenidos por Reques (2004) para la provincia de Cádiz, y que están en desacuerdo con trabajos anteriores que la consideraban como una especie escasa y en regresión, que sólo aparecía de forma localizada (Mateo et al. 2003), lo que posiblemente se pueda achacar a la falta de prospecciones más específicas en el pasado. En Andalucía está representada, aproximadamente, el 90 % de la población mundial de la especie (Reques 2005b) y, a pesar de su buena situación en la provincia de Cádiz, en otras localidades andaluzas sus poblaciones son dispersas y se consideran amenazadas. Por este motivo, en revisiones más recientes se ha recomendado incluir la especie en la categoría de Casi amenazada (NT) (Reques et al. 2006).

Por último, el cuarto grupo de especies, formado el sapo de espuelas (*Pelobates cultripes*), la ranita meridional (*Hyla meridionalis*) y la rana verde común (*Pelophylax perezi*), presentan un riesgo bajo de extinción en el área de estudio. Son un grupo de especies que combina la utilización de una elevada variedad de hábitats reproductivos, sobre todo *Pelophylax perezi*, una buena adaptabilidad a medios alterados y una aceptable presencia en el área de estudio. La duración del período larvario oscila desde una prolongada duración de cuatro a seis meses, en el caso de *Pelobates cultripes*, que la convierte en vulnerable debido al riesgo que corren las larvas de quedarse en seco antes de culminar el desarrollo (observación personal), a los tres meses de *Hyla meridionalis* y *Pelophylax perezi* (García-París et al., 2004).

Los resultados obtenidos a partir del índice de valor biológico, aplicado a cada cuadrícula UTM 1x1 km, han permitido identificar tres cuadrículas de especial interés para la conservación de anfibios en el área de estudio: 29SQA5731, en ella se localiza la Laguna de La Paja; 29SQA6709, en ella se encuentran las charcas con mayor riqueza de especies del complejo de Charcas de Cabo de Trafalgar; y 29SQA4858, en la que se localiza la laguna Juncosa. La Laguna de la Paja y las Charcas de Cabo de Trafalgar ya fueron destacadas por Reques (2004) como de interés muy alto debido a que albergan poblaciones de anfibios singulares. En el presente estudio, en las Charcas de Cabo de Trafalgar se identificaron siete especies reproductoras, destacando los endemismos *Triturus pygmaeus* y *Pelodytes ibericus*. Sin duda, la gran variabilidad interanual de los medios acuáticos presentes contribuye a la conservación de la comunidad a largo plazo, favoreciendo unos años a algunas especies y en otros años a otras, como ocurre en el caso del área de Doñana (Díaz-Paniagua et al. 2006). La laguna de la Paja presenta 6 especies reproductoras, destacando por la abundancia de *Triturus pygmaeus*, *Discoglossus jeanneae* e *Hyla meridionalis*. Hay que resaltar que *Pelobates cultripes* fue la especie menos abundante en los muestreos de larvas realizados, cuando en estudios anteriores se le consideró la especie más abundante esta laguna (Reques 2004). Estos datos pueden estar reflejando un cierto declive de esta especie, cuya causa principal se puede encontrar en el atropellamiento de los individuos adultos y juveniles al atravesar las carreteras que circunvalan la laguna, como ya indicó Reques (2004). Por último, en La Juncosa se reprodujeron 6 especies, destacando la abundancia de larvas de *Pleurodeles waltl*, *Triturus pygmaeus*, *Pelodytes ibericus*, *Hyla meridionalis* y *Pelophylax perezi*.

Bibliografía

Andreone F, Luiselli L. 2000. The Italian batrachofauna and its conservation status: a statistical assessment. Biological Conservation 96: 5-34.

Antrop M. 1993. The transformation of the Mediterranean landscapes: an experience of 25 years of observations. Landscape and Urban Planning 24: 3-13.

Barbadillo LJ, Lacomba JI, Pérez-Mellado V, Sancho V, López-Jurado LF. 1999. Anfibios y Reptiles de la Península Ibérica, Baleares y Canarias. Ed.Geoplaneta, Barcelona, España, 419 pp.

Bejarano R. 1997. Vegetación y paisaje en la costa atlántica de Andalucía. Secretariado de Publicaciones Universidad de Sevilla, Salamanca, España, 419 pp.

Blanco JM, Márquez A, Sáez J, Sánchez B, Sánchez I. 1995. Anfibios y reptiles de la provincia de Cádiz. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía, Jerez, 114 pp.

Busack SD. 1977. Zoogeography of amphibians and reptiles in Cádiz province, Spain. Annals of Carnegie Museum 46 (17): 285-315.

Busack SD, Jaksic FM. 1982. Ecological and historical correlates of Iberian herpetofaunal diversity: an analysis at regional and local levels. Journal of Biogeography 9: 289-32.

Capel JJ. 2000. El clima de la Península Ibérica. Ed. Ariel, Barcelona, España, 281 pp.

Colino-Rabanal VJ. 2011. Contribuciones al análisis de mortalidad de vertebrados en carreteras. Facultad de Ciencias Agrarias y Ambientales. Departamento de Biología Animal, Parasitología, Ecología, Edafología y Química Agrícola. Universidad de Salamanca. Tesis doctoral. 503 pp.

Cueto M. 2001. Ordenación de pinares de pino piñonero en la provincia de Cádiz. Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales, 3ª Reunión Ordenación de Montes 11: 125-134.

Cushman SA. 2006. Effects of habitat loss and fragmentation on amphibians: A review and prospectus. Biological Conservation 128: 231-240.

Díaz-Paniagua. 1990. Temporary ponds as breeding sites of amphibians at a locality in Southwestern Spain. Herpetological Journal 1: 447-453.

Díaz-Paniagua C, Gómez-Rodríguez C, Portheault A, De Vries W. 2006. Distribución de los anfibios del Parque Nacional de Doñana en función de la densidad y abundancia de los hábitats de reproducción. Revista Española de Herpetología 20: 17-30.

Egea-Serrano A, Oliva-Paterna FJ, Tejedo M, Torralva M. 2006. Breeding habitat selection o fan endangered species in an arid zone: the case of *Alytes dikhilleni* Arntzen y García-París, 1995. Acta Herpetologica 1: 81-94.

Filippi E, Luiselli L. 2000. Status of the italian snake fauna and assessment of conservation threats. Biological Conservation

93: 219-225.

García-de-Lomas J, García CM, Álvarez O. 2008. Vegetación de las marismas de Aletas-Cetina (Puerto Real). Identificación de hábitats de interés comunitario y estimaciones preliminares de posibles efectos de su inundación. Revista de la Sociedad Gaditana de Historia Natural 5: 11-37.

García-Paris M, Montori A, Herrero P. 2004. Amphibia, Lissamphibia. Vol. 24. En: Ramos MA, Alba J, Bellés i Ros X, Gosálbez i Noguera J, Guerra A, MacPherson E, Serrano J, Templado J (eds.). Fauna Ibérica. Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC, Madrid, 640 pp.

Gutiérrez-Mas JM, Martín A,Domínguez S, Moral JP. 1991. Introducción a la Geología de la provincia de Cádiz. Servicio de publicaciones de la Universidad de Cádiz. Cádiz. 315 pp.

Houlahan JE, Findlay CS. 2003. The effects of adjacent land use on wetland amphibian species richness and community composition. Canadian Journal of Fish and Aquatic Science 60: 1078-1094.

Iglesias C. 2007. Permeabilidad faunística en infraestruturas de transporte. En: Desdentado LA, Casermeiro MA, Espluga AP, Díaz M, García LG, Sobrini I, Andrés M (coords.) Evaluación de Impacto Ambiental en España: nuevas perspectivas. Actas IV Congreso Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental, pp. 197-206.

Jordán A, Martínez-Zavala L, González F, Bellifante N. 2008. Cambios de uso del suelo en la costa de la provincia de Cádiz durante la segunda mitad del siglo XX (1956-2003). T2008/02. Fundación Centro de Estudios Andaluces, Junta de Andalucía, 22 pp.

Marangoni F, Tejedo M. 2006. Variación Clinal en el tamaño del cuerpo a escala microgeográfica en dos especies de anuros (*Pelobates cultripes* y *Bufo calamita*). Estación Biológica de Doñana (CSIC), Sevilla, España, Tesis doctoral.

Martínez-Freiría F, Brito JC. 2012. Quantification of road mortality for amphibians and reptiles in Hoces del Alto Ebro y Rudrón Natural Park in 2005. Basic and Applied Herpetology 26: 33-42.

Mateo JA, Pleguezuelos JM, Fahad S, Geniez P, Martínez-Medina FJM. 2003. Los Anfibios, los Reptiles y el Estrecho de Gibraltar. Un Ensayo sobre la Herpetofauna de Ceuta y su Entorno. Instituto de Estudios Ceutíes, Ceuta, España, 388 pp.

Pleguezuelos JM, Márquez R, Lizana M (eds.). 2002. Atlas y Libro Rojo de los Anfibios y Reptiles de España. Dirección General de la Naturaleza-Asociación Herpetológica Española (2ª impresión), Madrid, 587 pp.

Pérez-López C. 2005. Métodos estadísticos avanzados con SPSS. Thomson, Madrid, Spain.

Reques R. 2000. Anfibios, Ecología y Conservación. Recursos Naturales de Córdoba (1ª edición). Diputación de Córdoba, Córdoba, 139 pp.

Reques R. 2002. Estudio para la Catalogación de charcas con Interés Herpetológico en la Provincia de Cádiz. Informe técnico. Delegación provincial de Cádiz. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.

Reques R. 2004. Hábitats reproductivos de anfibios en la provincia de Cádiz: perspectivas para su conservación. Revista de la Sociedad Gaditana de Historia Natural 4: 83-13.

Reques R. 2005a. Conservación de la biodiversidad en los humedales de Andalucía (2ª ed.). Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla, España.

Reques R. 2005b. Sapillo moteado ibérico - *Pelodytes ibericus*. En: Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles. Carrascal, L. M., Salvador, A. (Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid. http://www.vertebradosibericos.org/

Reques R, Caro J, Pleguezuelos JM. 2006. Parajes importantes para la conservación de anfibios y reptiles en Andalucía (no publicado), Sevilla.

Reques R. 2012. Programas de conservación de anfibios en la provincia de Cádiz. Revista de la Sociedad Gaditana de Historia Natural 6: 13-20.

Reques R. 2014. Tritón pigmeo - *Triturus pygmaeus*. En: Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles. Carrascal, L. M., Salvador, A. (Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid, http://www.vertebradosibericos.org/

Symeonakys E, Calvo-Cases A, Arnau-Rosalen E. 2007. Land use change and land degradation in Southeastern Mediterranean Spain. Environmental Management. doi: 10.1007/s00267-004-0059-0

UICN. 2001. Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN: Versión 3.1. Segunda edición. Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido: UICN. vi + 34 pp.

UICN. 2008. Lista Roja de especies amenazadas de la UICN: Versión 3.1. Segunda edición. Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido: UICN. vi + 34 pp.

Valdés B, Talavera S, Fernández-Galiano E (eds.) (1987). Flora vascular de Andalucía Occidental, 3 volúmenes. Ketres Editora S.A., Barcelona, España.

Villar. 2011. Territorio, turismo y paisaje: el proceso de urbanización en el litoral de Andalucía. El papel de los campos de golf. Junta de Andalucía, Sevilla, 581 pp.

Visauta B. 1998. Análisis estadístico con SPSS para Windows: Estadística multivariante. McGraw-Hill, Madrid, 358 pp.