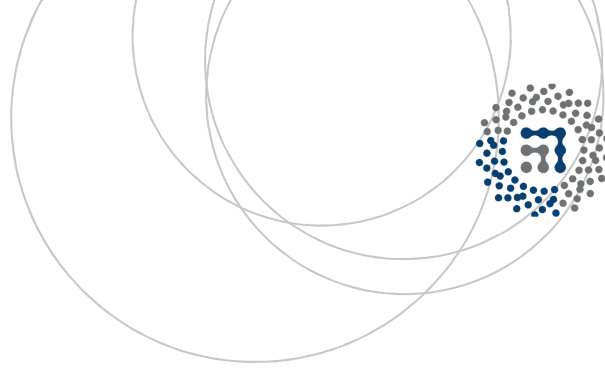


eman ta zabal zazu



Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea



ZTF-FCT

Zientzia eta Teknologia Fakultatea
Facultad de Ciencia y Tecnología



Gradu Amaierako Lana / Trabajo Fin de Grado
Biología Gradua / Grado en Biología

Poblaciones urbanas de anfibios y reptiles de Bilbao: inventario y estudio del estado de salud de *Podarcis muralis*

Egilea/Autor:

Jon López Aizpuru

Zuzendariak/Directores:

Aitor Laza Martínez y Carlos Cabido Quintas

© 2015, Jon López Aizpuru

Leioa, 2015ko Irailaren 1a /Leioa, 1 de septiembre de 2015

ÍNDICE

ABSTRACT	2
RESUMEN	2
INTRODUCCIÓN	3
Objetivos	4
MATERIAL Y MÉTODOS	5
Inventariado de herpetofauna	5
Análisis del estado de salud	7
Consideraciones bioéticas	10
RESULTADOS	10
Inventariado de herpetofauna	10
Análisis del estado de salud	14
DISCUSIÓN	18
Inventariado de herpetofauna	18
Análisis del estado de salud	19
CONCLUSIONES	20
PROPUESTAS DE CONSERVACIÓN	21
AGRADECIMIENTOS	22
BIBLIOGRAFÍA	22
ANEXO I	26
ANEXO II	27

ABSTRACT

The urbanization process causes deep changes in the functioning of ecosystems, and has a negative effect on urban-wildlife's health. Moreover, cities represent an important point of entry for exotic species, which can originate ecological problems. Reptile and amphibian populations have decreased in the last decades, and they can be used as environmental index because of their distribution along urban-natural gradients and their limited dispersal ability. In this study, an inventory of reptiles and amphibians was made in the city of Bilbao and later urban impact was determined by measuring the health status (immune response and parasite load) in 4 wall-lizard (*Podarcis muralis*) populations captured along an urban-natural gradient. Results showed a higher number of exotic herp species compared to native species in the city. We found that immune response increased as urbanization degree decreased. Finally, parasite load was higher in individuals from natural-deteriorated population.

Key words: Urbanization, PHA, reptiles, amphibians, parasite load, *Podarcis muralis*.

RESUMEN

El aumento poblacional provoca una expansión de las zonas urbanas, alterando tanto el paisaje como la composición y el estado de salud de la fauna que habita en dichos entornos. Por lo general, las ciudades suponen un punto importante de entrada para especies exóticas, y las condiciones ambientales del medio urbano (contaminación, estrés, ruido...) repercuten negativamente en la salud los organismos. Debido al declive global de las poblaciones de reptiles y anfibios, a su presencia en un gradiente urbano-natural y a su limitada capacidad de dispersión, constituyen un grupo idóneo para cuantificar el impacto producido por el medio urbano. En este trabajo se realizó una primera labor de inventariado de las poblaciones de herpetos presentes en la ciudad de Bilbao y, posteriormente, se midió la respuesta inmune y la carga de ecto y endoparásitos en 4 poblaciones de lagartija roquera (*Podarcis muralis*), cubriendo completamente el gradiente urbano-natural. Los resultados muestran que la herpetofauna de la ciudad se encuentra empobrecida en especies autóctonas pero enriquecida en especies exóticas, en comparación con el medio natural más próximo. Además, la respuesta del sistema inmune aumenta conforme disminuye el grado de urbanización del medio. La carga parasitaria fue mayor en la población procedente de un medio natural degradado, mientras que no hubo diferencias significativas entre la zona más urbana y la más natural.

Palabras clave: Urbanización, PHA, reptiles, anfibios, carga parasitaria, *Podarcis muralis*.

INTRODUCCIÓN

Según datos publicados por la Organización de Naciones Unidas (ONU), en 2014 el 54% de la población mundial se concentraba en ambientes urbanos. El crecimiento de las ciudades se ha acelerado desde la década de los 50, y para el año 2050 se espera que alrededor del 66% de los habitantes del planeta vivan en una ciudad (United Nations, 2014).

El proceso de urbanización tiende a provocar profundos cambios en el medio, destruyendo el hábitat de multitud de especies, generando entornos más homogéneos y permitiendo que únicamente se desarrollen aquellas que logran adaptarse a las nuevas condiciones (McKinney, 2006; Buczkowski & Richmond, 2012). Por lo general, se producen extinciones locales de especies especialistas, mientras que se favorece la expansión de las generalistas (Buczkowski & Richmond, 2012).

En el País Vasco, la llegada de la Revolución Industrial en 1850 supuso un cambio paisajístico importante, debido al avance de las zonas industrializadas y al desarrollo de grandes urbes en torno a éstas, como es el caso de Bilbao. Este hecho repercutió negativamente en el medioambiente de la zona, provocando la contaminación de multitud de suelos y de las aguas de la ría del Nervión-Ibaizabal. Sin embargo, desde la década de los 80, se ha llevado a cabo una regeneración del entorno, disminuyendo, como consecuencia, los niveles de contaminación y aumentando las zonas verdes.

A pesar de ello, el ambiente urbano influye de forma negativa en la salud de los seres humanos y, de igual manera, en la de la fauna que ha sido capaz de adaptarse y sobrevivir en dichos entornos. En este sentido, la mayor parte de los estudios existentes sobre la fauna de las ciudades han recopilado información acerca de las poblaciones de aves (p.ej., Marzluff, 2001; Buczkowski & Richmond, 2012), o artrópodos (McIntyre, 2000; Niemelä & Kotze, 2009), existiendo una menor cantidad de datos sobre otros vertebrados, como anfibios o reptiles. Sin embargo, hay que destacar que estos últimos grupos presentan una capacidad de dispersión menor, que unida a su fuerte vinculación al ambiente abiótico los convierte en mejores modelos para estudiar las consecuencias o posibles adaptaciones al ambiente urbano.

En los últimos años se ha observado un importante declive de las poblaciones de anfibios causado por múltiples motivos, como la contaminación de masas de agua debido a las actividades agrícolas e industriales, la propagación de enfermedades o el cambio climático (Marco, 2002; Tejado, 2003). Además, la urbanización también se ha relacionado con la pérdida de especies de anfibios, debido a que estos animales son especialmente sensibles a las condiciones del medio urbano (Rubbo & Kieseckner, 2005).

Respecto a los reptiles, aunque su situación aún no parece tan grave como la de los anfibios, algunos estudios apuntan a que pronto seguirán los pasos de aquellos (Sinervo *et al.*, 2010). Además, el desconocimiento y los prejuicios de algunas personas generan otro problema de conservación para este grupo, al auspiciar matanzas directas, especialmente de culebras y luciones, por ser considerados animales potencialmente peligrosos. Por otra parte, algunos estudios indican que los entornos urbanos repercuten negativamente en la salud de las poblaciones de reptiles, que presentan una respuesta inmune más débil que aquellas asentadas fuera del rango de influencia de la ciudad (Cabido *et al.*, 2008). Por este motivo, parecen adecuadas para ser utilizadas a modo de bioindicadores de la calidad ambiental.

En el País Vasco se han realizado algunos inventarios de herpetofauna a nivel general, sin centrarse en el ámbito urbano (p. ej. Bea, 1983; Belamendia, 2010; Gosá *et al.*, 2014). En algunas ciudades, como por ejemplo, Pamplona o Madrid, sí que existen estudios faunísticos centrados en zonas urbanas (Gosá & Arias, 2009; Martínez-Solano, 2006).

Dentro del municipio de Bilbao, existe un estudio sobre las comunidades de reptiles y anfibios de la cuenca del río Bolintxu (Belamendia, 2010) pero no hay datos acerca de las especies que se pueden encontrar en la ciudad, salvo algunas citas sobre avistamientos de *Tarentola mauritanica* (Linnaeus, 1758), una especie que no es propia de Bizkaia (Gosá *et al.*, 2011) .

En este sentido, hay que tener en cuenta que las ciudades suponen una puerta de entrada importante para las especies exóticas, algo que, en ocasiones, puede derivar en graves problemas ecológicos (Chomel *et al.*, 2007). Debido a ello, una detección temprana de dichas especies permitiría llevar a cabo actuaciones que minimizasen el daño producido.

Por todo ello, este trabajo se plantea los siguientes **objetivos**:

Conocer la herpetofauna que habita en el entorno urbano de Bilbao. Esto permitiría la realización de nuevos trabajos en un futuro, en base a la información recopilada.

Determinar el impacto provocado por el medio urbano en el estado de salud de las poblaciones de herpetos, escogiendo una especie modelo adecuada. Se propone como hipótesis que el sistema inmune de los individuos procedentes de poblaciones urbanas mostrará una respuesta más débil que aquellos que proceden de poblaciones sometidas a una menor presión antrópica.

Finalmente, se desarrollarán propuestas para la mejora del hábitat o la preservación de las poblaciones urbanas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Inventariado de herpetofauna

Área de estudio

La ciudad de Bilbao se ubica en la provincia de Bizkaia, a orillas de la ría del Nervión-Ibaizabal, entre los montes Kobetas, Pagasarri y Arraiz al sur y Artxanda, Avril y Pikotas al noreste (figura 1). Cuenta con una extensión de 40,65 kilómetros cuadrados y una altitud media de 19 metros sobre el nivel del mar (msnm), siendo el monte Ganeta, con 689 msnm el punto más elevado del municipio. La proximidad del mar Cantábrico proporciona unas condiciones climáticas suaves, con precipitaciones repartidas durante todo el año y sin oscilaciones térmicas bruscas



Figura 1. Vista aérea del municipio de Bilbao.

Obtención de datos

Los datos utilizados para elaborar el inventario de herpetofauna urbana se tomaron de 2 fuentes principales: la realización de prospecciones y la consulta de los registros de entrada de animales al Centro de Recuperación de Fauna de Gorniz.

Antes de llevar a cabo las prospecciones, se determinaron 10 puntos de interés debido a sus características (presencia de muros o tapias en el caso de los reptiles y puntos de agua en el caso de los anfibios) repartidos a lo largo de la ciudad. En la figura 2 se muestra la ubicación de cada uno de ellos.



Figura 2: Puntos visitados durante la realización de las prospecciones. Parque de Etxebarria (1); Calzadas de Mallona (2); Jardines de Albia (3); Parque Europa (4); Parque Ibaieder (5); Hospital de Basurto (6); La Misericordia (7); Parque de Doña Casilda (8); Escuela de Arangoiti (9); Vía Vieja de Lezama (10).

Cada punto se recorrió a pie en 8 ocasiones (divididas en 2 fases), tanto de día como de noche, durante el periodo del año en que estos grupos presentan una mayor actividad, para facilitar su detección. La primera fase de las prospecciones se realizó entre septiembre y diciembre de 2014, abarcando el final del verano y todo el otoño. La segunda fase tuvo lugar entre marzo y julio de 2015, de manera que quedó cubierto el periodo comprendido entre el final del invierno y el inicio del verano.

Además de los datos recopilados durante los recorridos, se utilizaron datos procedentes del Centro de Recuperación de Fauna de Gorniz. Dada la gran cantidad de animales que son remitidos a dicho centro (llega fauna atropellada, decomisada o cedida por particulares, por citar algunos ejemplos), fue necesario un cribado de la información disponible, teniendo en cuenta únicamente aquellos registros cuyo motivo de ingreso fuese captura o atropello. Los datos empleados fueron recopilados desde el año 2002 hasta el 2014.

Análisis del estado de salud

Selección de la especie

Tras realizar la primera fase de las prospecciones (comprendida entre septiembre y diciembre de 2014) se determinó que la especie idónea para realizar el estudio sobre el estado de salud era la lagartija roquera (*Podarcis muralis* Laurenti, 1768), debido a que su abundancia era suficiente como para obtener un tamaño de muestra representativo, y a su presencia en distintas zonas a lo largo de un gradiente de urbanización que permitiese posteriores comparaciones. Se trata de un reptil diurno, resultando frecuente en tapias, muros y taludes.

Únicamente se utilizaron machos con el fin de no provocar molestias o daños a las hembras gestantes. El dimorfismo sexual de la especie permite diferenciar con relativa facilidad ambos sexos (figura 3), siendo las hembras ligeramente más largas y con una coloración más uniforme. Los machos muestran una serie de ocelos azules en las escamas ventrales externas y una coloración ventral más llamativa, especialmente en época de celo; además, luchan entre ellos por defender los mejores lugares de termorregulación, ya que poseen una influencia directa en el éxito reproductor. Sin embargo, la forma más segura de diferenciar el sexo de los ejemplares es mediante la observación de los poros femorales, ubicados en la zona ventral de las patas traseras y mucho más marcados en los machos que en las hembras.



Figura 3: Hembra (izda) y macho (centro) de *Podarcis muralis*. A la derecha, detalle de los poros femorales de un macho.

Los machos de esta especie presentan 3 morfotipos puros distintos, en función de su coloración ventral. De este modo, hay individuos naranjas, blancos y amarillos, cuyo color se mantiene durante toda la vida sin presentar cambios estacionales. Además, también existen morfotipos intermedios, como blanco-naranja o amarillo-naranja. Los distintos morfotipos están relacionados con diferentes estrategias reproductivas (Sacchi, 2007). Se optó por trabajar únicamente con 2 de los morfotipos puros (naranja y blanco) debido a su mayor abundancia.

Área de estudio

Los ejemplares se recogieron durante junio de 2015 en 4 localidades, que cubrían totalmente el gradiente urbano-natural.

El parque de Etxebarria (Bilbao), donde se realizaron las capturas de los especímenes urbanos de lagartija, es el más grande de la ciudad y se encuentra en el barrio de Begoña, a escasa distancia del Casco Viejo y de Abando. En el pasado, este solar estaba ocupado por una empresa de fundición de acero que fue desmantelada durante la década de los 80.

Por otro lado, en el monte Kobetas (Bilbao, 198 msnm) se recogieron las lagartijas de la población con menor grado de urbanización pero dentro de la influencia del entorno urbano. En los alrededores hay actividad ganadera, siendo habitual la presencia de ovejas y caballos.

Con el objetivo de disponer de un control que permitiese comparar los resultados de los análisis, se capturaron ejemplares procedentes de poblaciones asentadas en zonas con escaso impacto antrópico, como son el fuerte de Guadalupe (en el monte Jaizkibel, Gipuzkoa) y el macizo de Itxina (Bizkaia). Este último enclave está considerado Biotopo Protegido, según el Decreto 368/1995 de 11 de julio.

Para establecer el grado de urbanización se colocó una rejilla de 50x50 con 100 celdas sobre fotografías aéreas de las 4 localizaciones mencionadas. A cada celda se le asignó un valor en base a la cobertura de edificios (0, ausente; 1, <50%; 2, >50%), la presencia de carreteras asfaltadas (0, ausente; 1, presente) y la cobertura de vegetación y/o rocas (0, ausente; 1, <50%; 2, >50%). A partir de dichos valores se calculó la densidad media de edificios (en un rango que oscila entre 0 y 2), número de celdas con alta densidad de edificios (cobertura >50%, entre 0-100), número de celdas con carretera (0-100), densidad media de vegetación y/o rocas (entre 0 y 2) y número de celdas con alta densidad de vegetación o rocas (0-100). Mediante un análisis de componentes principales se obtuvo una variable (grado de urbanización) representativa del grado de urbanización.

Captura de ejemplares

La recogida de las lagartijas se efectuó mediante el método de caña y lazo, que es inocuo y no produce ningún daño a los animales. En cada punto se capturaron entre 15 y 30 ejemplares. Durante el tiempo que duraron los experimentos los individuos fueron mantenidos en cajas individuales en el laboratorio de la Sociedad de Ciencias Aranzadi; inmediatamente después de tomar todas las medidas necesarias (como la longitud hocico-cloaca o el peso), todos los ejemplares fueron liberados en el lugar de captura, sin haber sufrido daño alguno.

Prueba de la fitohematoglutinina (PHA)

Para determinar el estado de salud de las poblaciones se practicó a los ejemplares capturados la prueba de la fitohematoglutinina (PHA), como indicador de su inmunocompetencia y estrés fisiológico (Merino *et al.*, 1999). La respuesta a la PHA se relaciona con un aumento de la respuesta inmune celular (activación local de linfocitos T), pero también estimula componentes innatos del sistema inmune. Así, se considera que esta prueba no es una medida exacta de la inmunidad mediada por linfocitos T *per se*, sino un índice múltiple de la actividad inmunitaria de la piel. En nuestro caso se utilizó como un índice estandarizado de la inmunocompetencia, permitiéndonos comparar individuos o poblaciones de una misma especie. Para llevar a cabo esta prueba se midió con un espesímetro digital la respuesta (inflamación) producida tras 24 horas desde la inyección en la base del pie de un antígeno inocuo (fitohematoglutinina), siguiendo una metodología similar a la utilizada con reptiles (Belluire *et al.*, 2004; Amo *et al.*, 2006; Cabido *et al.*, 2008). Además, no provoca ningún efecto negativo en la salud de los individuos y la reacción generada por la PHA desaparece en las 48 horas posteriores a la inyección. Antes de la inyección también se midió el espesor de la planta del pie.

Intensidad de parasitación

En el momento de captura se anotó el número de ectoparásitos (garrapatas u otros ácaros) presentes en cada individuo. Por otra parte, se determinó la cantidad de parásitos sanguíneos (hemoparásitos). Los hemoparásitos infectan glóbulos rojos de vertebrados, pudiendo reducir su capacidad para transportar oxígeno (Garrido *et al.*, 2014). Los géneros más habituales son *Haemogregarina* y *Hepatozoon*.

La determinación de hemoparásitos (figura 4) se realizó a partir de muestras de sangre obtenidas del seno post-orbital del ojo derecho mediante un capilar heparinizado, siguiendo la metodología usada por Amo y colaboradores (2006) o Cabido y colaboradores (2008). Se prepararon los correspondientes frotis, fijados con etanol, y se tiñeron con Giemsa durante 40 minutos, empleando una dilución 1:9 en tampón de fosfato salino. Se examinaron 20 campos de cada frotis a 400 aumentos para determinar la presencia/ausencia de hemoparásitos, y el número de células parasitadas por cada 2.000 eritrocitos.

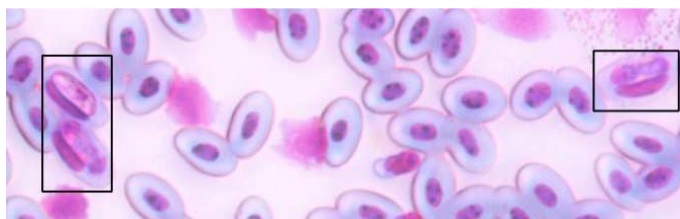


Figura 4. Porción de uno de los frotis analizados. Los eritrocitos recuadrados presentan hemoparásitos.

Análisis estadísticos

Como medida de la respuesta inmune se calcularon los residuos de la inflamación generada por la inyección de PHA con respecto al peso de los animales (Amo *et al.*, 2006; Cabido *et al.*, 2008). Para calcular la condición corporal se usaron los residuos del peso sobre la longitud total (Schulte-Hostedde *et al.*, 2005). Para examinar las diferencias entre poblaciones o morfotipos en cuanto a respuesta inmune o condición corporal se realizaron análisis de la varianza (ANOVA). En los casos en los que los datos no siguieron una distribución normal se transformaron, cuando fue posible, mediante BoxCox. La normalidad de todos los datos fue verificada con tests de Shapiro-Wilk y los tests de la homogeneidad (Levene) mostraron que las varianzas no eran significativamente heterogéneas. Finalmente, para analizar las diferencias entre poblaciones o morfotipos en el grado de parasitación se realizaron análisis no paramétricos de múltiples grupos porque los datos no presentaban una distribución normal. Se realizaron comparaciones por pares usando el test de Tukey o, en el caso de los parásitos, tests no paramétricos a posteriori de múltiples comparaciones. Todos los análisis fueron realizados usando el software STATISTICA 8.0.

Consideraciones bioéticas

Todos los procedimientos que supusieron manejo de los animales y tratamientos experimentales se llevaron a cabo por personal con la formación y acreditación pertinente, con la aprobación del comité de Bioética de la Sociedad de Ciencias Aranzadi, y siguiendo las recomendaciones de uso de reptiles vivos en el laboratorios (ASIH, 2004).

RESULTADOS

Inventariado faunístico

Durante las prospecciones (anexo I) se detectaron 2 especies de reptiles y 2 de anfibios. Sin embargo, empleando los datos cedidos por el Centro de Recuperación de Fauna de Gorliz, las cifras ascienden a un total de 20 especies (18 de reptiles y 2 de anfibios, ilustradas en el anexo II), 8 de ellas ausentes en el norte peninsular de forma natural. Esta última fuente proporciona información que debería ser contrastada mediante la elaboración de nuevos inventarios, ya que no especifica el lugar concreto de aparición, pudiendo tratarse de zonas no urbanas pertenecientes al municipio de Bilbao (como el monte Pagasarri o Artxanda). Los datos quedan recogidos en la tabla 1.

Tabla 1. Herpetos localizados en el entorno urbano de Bilbao. P=Prospección. El número entre paréntesis indica la cantidad de puntos en los que se ha encontrado la especie; CRF=Centro de recuperación de fauna de Gorniz. El número entre paréntesis indica los registros de entrada de dicha especie; Au=Autóctono; Al=Alóctono.

Nombre científico	Nombre común	Categoría	Fuente	Origen
<i>Anguis fragilis</i>	Lución		P (1)	Au
<i>Iguana iguana</i>	Iguana verde		CRF (4)	Al (América)
<i>Lacerta bilineata</i>	Lagarto verde	Lacertilios	CRF (1)	Au
<i>Podarcis muralis</i>	Lagartija roquera		P (9)	Au
<i>Tarentola mauritanica</i>	Salamanquesa común		CRF (10)	Al (zona mediterránea)
<i>Elaphe guttata</i>	Serpiente del maíz		CRF (1)	Al (América)
<i>Coronella austriaca</i>	Culebra lisa europea		CRF (6)	Au
<i>Coronella girondica</i>	Culebra lisa meridional		CRF (10)	Au
<i>Natrix maura</i>	Culebra viperina	Ofidios	CRF (1)	Au
<i>Natrix natrix</i>	Culebra de collar		CRF (4)	Au
<i>Rhinechis scalaris</i>	Culebra de escalera		CRF (2)	Al (zona mediterránea)
<i>Vipera seoanei</i>	Víbora de Seoane		CRF (1)	Au
<i>Zamenis longissimus</i>	Culebra de Esculapio		CRF (8)	Au
<i>Emys orbicularis</i>	Galápago europeo		CRF (2)	Al (zona mediterránea)
<i>Mauremys leprosa</i>	Galápago leproso		CRF (18)	Au
<i>Testudo graeca</i>	Tortuga mora	Quelonios	CRF (3)	Al (zona mediterránea)
<i>Testudo hermanni</i>	Tortuga mediterránea		CRF (1)	Al (zona mediterránea)
<i>Trachemys scripta</i>	Tortuga de Florida		CRF (3)	Al (América)
<i>Alytes obstetricans</i>	Sapo partero	Anfibios	P (1)	Au
<i>Bufo spinosus</i>	Sapo común		P (1)	Au

Lacertilios autóctonos

Podarcis muralis se detectó en 9 de los 10 puntos muestreados, no encontrándose únicamente en Jardines de Albia. Es un reptil frecuente en entornos antropizados, pero su distribución en la península Ibérica queda limitada principalmente a la franja cantábrica, entre Pirineos y la cordillera cantábrica.

En las Calzadas de Mallona se observaron 2 ejemplares adultos muertos de *Anguis fragilis* (Linnaeus, 1758) y 1 juvenil vivo. Se trata de un animal perseguido en ocasiones debido a su aspecto similar al de las serpientes; sin embargo, es un lagarto ápodo que resulta totalmente inofensivo. Se distribuye principalmente por el tercio norte peninsular, apareciendo en zonas con humedad. Sus hábitos crepusculares hacen que sea una especie difícil de observar.

Por otra parte, el Centro de Recuperación de Fauna de Gorliz registró el ingreso de un ejemplar de lagarto verde (*Lacerta bilineata* Daudin, 1802). Es una especie típica de zonas arbustivas húmedas, ocupando la franja cántabro-pirenaica entre Asturias y Cataluña. Su presencia no fue detectada durante la realización de las prospecciones.

Lacertilios alóctonos

En Gosá y colaboradores (2011) se cita un juvenil de salamanquesa común (*Tarentola mauritanica*) en Bilbao; además, en el Centro de Recuperación de Fauna de Gorliz figura el registro de 10 especímenes procedentes de dicha ciudad. Esta especie presenta una distribución típicamente mediterránea y muy ligada a entornos humanizados.

En el caso de *Iguana iguana* (Linnaeus, 1758), se trata de un reptil arborícola procedente de Sudamérica. Las citas de Bilbao proceden del Centro de Recuperación de Fauna de Gorliz.

Ofidios autóctonos

Según los datos del Centro de Recuperación de Fauna de Gorliz, en el entorno de Bilbao se han encontrado 6 especies autóctonas de ofidios.

Natrix natrix (Linnaeus, 1758) y *N. maura* (Linnaeus, 1758) están distribuidas por toda la península Ibérica, concentrando sus mayores poblaciones en la franja norte. Ambas especies presentan hábitos ligados a entornos acuáticos.

Zamenis longissimus (Laurenti, 1768) es frecuente en Bizkaia, Gipuzkoa, norte de Navarra y de Burgos, Gerona y el este de Barcelona. Tiene hábitos diurnos y su carácter semiarborícola dificulta su observación. Pese a ello, no es raro encontrarla en edificaciones abandonadas.

Coronella austriaca (Laurenti, 1768) y *C. girondica* (Daudin, 1803) ocupan gran variedad de hábitats, como robledales, muros y cercados o zonas de matorral bajo. Su distribución en la península queda limitada a la zona norte y a puntos del centro en el caso de *C. austriaca*, mientras que *C. girondica* muestra una distribución más amplia, estando ausente únicamente en el norte de Galicia y el occidente de Asturias.

Vipera seoanei (Lataste, 1879) ocupa el norte peninsular, desde Galicia hasta Navarra, ligada en la mayoría de los casos a zonas con abundante vegetación y muros o tapias.

Ofidios autóctonos

Rhinechis scalaris (Schinz, 1822) es una especie ampliamente distribuida por toda la península Ibérica, salvo en la vertiente cantábrica. Aparece principalmente en terrenos pedregosos, zonas de matorral y dehesas, mostrando por lo general hábitos crepusculares y nocturnos.

Elaphe guttata (Linnaeus, 1766) es una serpiente procedente de Norteamérica. Su gran adaptabilidad le permite vivir en gran variedad de hábitats, llegando a estar presente en zonas antropizadas. Además, son frecuentes en tiendas de mascotas, debido a la relativa facilidad con que se pueden mantener en cautividad. En España está incluida dentro del Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras, según el Real Decreto 630/2013 de 2 de agosto.

Quelonios autóctonos

El único representante autóctono de este grupo fue *Mauremys leprosa* (Schweiger, 1812). Esta especie está bien distribuida en la península Ibérica, aunque sus poblaciones en el norte son dispersas y parecen estar en retroceso.

Quelonios alóctonos

En el registro del Centro de Recuperación de Fauna de Gorliz aparecen 3 especies de distribución mediterránea: *Testudo graeca* (Linnaeus, 1758), que cuenta únicamente con 2 poblaciones en la península, *Emys orbicularis* (Linnaeus, 1758), cuya distribución peninsular es muy discontinua y fragmentada, y *T. hermanni* (Gmelin, 1789), presente en el este de la península.

Por otra parte, *Trachemys scripta* (Thunberg, 1792) es una tortuga procedente de América. Figura en el Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras, según el Real Decreto 630/2013 de 2 de agosto y su importación a la Unión Europea está prohibida desde 1997.

Anfibios autóctonos

Durante la realización de las prospecciones se observaron larvas de *Bufo spinosus* (Daudin, 1803) en el curso de agua que discurre por el parque Ibaieder, actuando como límite entre el municipio de Bilbao y el de Arrigorriaga. El sapo común está distribuido por toda la península, apareciendo prácticamente en cualquier tipo de hábitat.

En las Calzadas de Mallona se detectó la presencia de *Alytes obstetricans* (Laurenti, 1768). Debido a su reducido tamaño y a su actividad nocturna no fue posible observarlo; sin embargo, gracias a su característico canto se pudo determinar su presencia. Es una especie que no es raro encontrar en construcciones humanas. Aparece en la mitad norte peninsular, llegando por el oeste hasta el sur de Castilla y León y por el este hasta el norte de Murcia.

Análisis del estado de salud

Tras realizar un análisis de componentes principales con el objetivo de determinar el grado de urbanización de los 4 puntos de muestreo, se obtuvo un único componente que explicaba el 96,2% de la varianza (tabla 2). Los mayores valores de urbanización son debidos a una alta densidad de edificios y carreteras y una baja densidad de vegetación (Liker *et al.*, 2008).

Tabla 2. Grado de urbanización de los diferentes hábitats donde fueron capturadas las lagartijas.

Lugar	Densidad media edificios	Nº celdas >50% edificios	Nº celdas carretera	Densidad media vegetación/rocas	Nº celdas >50% vegetación/rocas	Grado de urbanización (PC1)
Etxebarria	0.94	38	61	0.89	29	1.36
Kobetas	0.44	11	43	1.67	72	0.03
Guadalupe	0.35	11	18	1.91	91	-0.42
Itxina	0	0	0	2	100	-0.97

Se capturaron un total de 98 lagartijas (tabla 3). Debido al bajo número de individuos capturados de los morfotipos amarillo o intermedios (amarillo-naranja o blanco-naranja), para los análisis sólo se consideraron los morfotipos naranja y blanco.

Tabla 3: Ejemplares de cada morfotipo recogidos en las diferentes localidades. LCC hace referencia a la longitud hocico-cloaca (media \pm error estándar), expresada en milímetros.

Número ejemplares	Morfotipo	LCC ($\mu \pm SE$)	Población
12	Naranja	69,58 \pm 4,40	Etxebarria
2	Amarillo-naranja	72,50 \pm 2,12	
1	Blanco	70 \pm 0,00	
13	Naranja	69,15 \pm 3,21	Kobetas
2	Blanco	70,50 \pm 0,70	
5	Blanco-naranja	70,60 \pm 4,39	
17	Blanco	69,61 \pm 5,41	Guadalupe
1	Blanco-naranja	61 \pm 0,00	
22	Naranja	66,95 \pm 5,68	Itxina
1	Amarillo-naranja	64 \pm 0,00	
13	Blanco	68,53 \pm 6,74	
7	Blanco-naranja	71,65 \pm 3,48	
2	Amarillo	74,50 \pm 2,12	

La condición corporal de los individuos no mostró diferencias significativas ni entre poblaciones (R^2 ajustada=0,001; $F_{3,64}=1,04$; $p>0,05$) ni entre morfotipos (R^2 ajustada=-0,015; $F_{1,66}=0,00$; $p = 1,00$). Sin embargo, sí que se encontraron diferencias entre poblaciones en cuanto a respuesta inmune (R^2 ajustada=0,17; $F_{3,64}=5,74$; $p = 0,001$; figura 5). Así, las lagartijas de la población del parque de Etxebarria (Bilbao) mostraron la respuesta inmune más baja, encontrándose diferencias significativas con las de Guadalupe e Itxina (test de Tukey $p<0,01$ en todos los casos). Por otra parte, los ejemplares de Kobetas no difirieron significativamente de ninguna de las otras poblaciones, presentando valores intermedios.

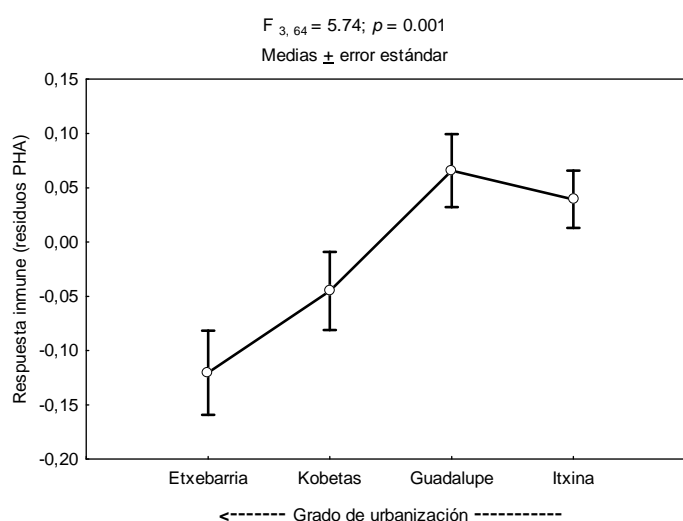


Figura 5. Respuesta inmune (residuos de la inflamación de la PHA sobre el peso), teniendo en cuenta la procedencia de los ejemplares.

Por otro lado, también se hallaron diferencias significativas entre los ejemplares de morfotipo naranja y los de morfotipo blanco, mostrando los primeros una respuesta más baja que los segundos (R^2 ajustada= 0,082; $F_{1,66}=7,04$; $p < 0,01$; figura 6).

Debido a que la distribución de morfotipos con respecto a las localidades no es homogénea (por ejemplo, en el parque de Etxebarria la totalidad de los ejemplares fue de morfotipo naranja; ver tabla 3), resulta imposible separar el efecto de la localidad del del morfotipo. Así, para examinar si la localidad influye en los valores observados de respuesta inmune, se comparó la inflamación de la PHA mostrada únicamente por los individuos naranjas (presentes en 3 poblaciones a lo largo del gradiente de urbanización: Etxebarria, Kobetas e Itxina).

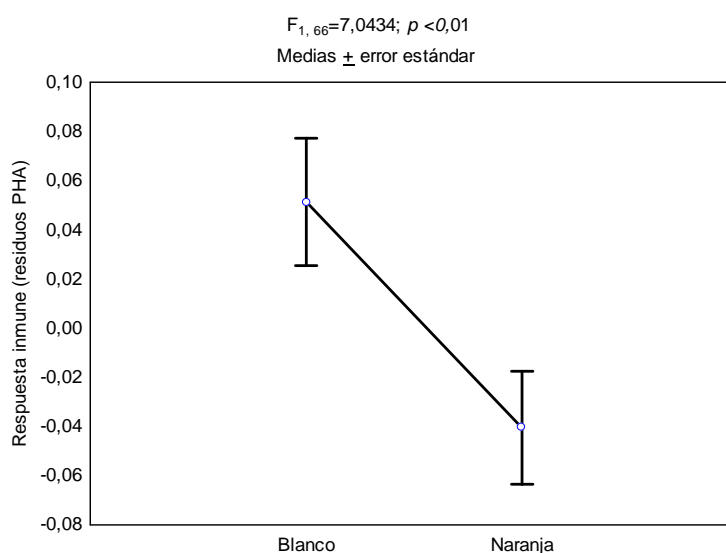


Figura 6. Respuesta inmune (residuos de la inflamación de la PHA sobre el peso), teniendo en cuenta el morfotipo de los ejemplares.

Se observaron diferencias significativas (R^2 ajustada=0,11; $F_{2,35}=3,51$; $p < 0,05$; figura 7). Los ejemplares de Etxebarria, la población más urbana, presentaron unos valores significativamente más bajos que los de Itxina, la población más natural ($p < 0,01$), mientras que los de Kobetas, la población con un grado intermedio de urbanización, de nuevo muestran valores intermedios.

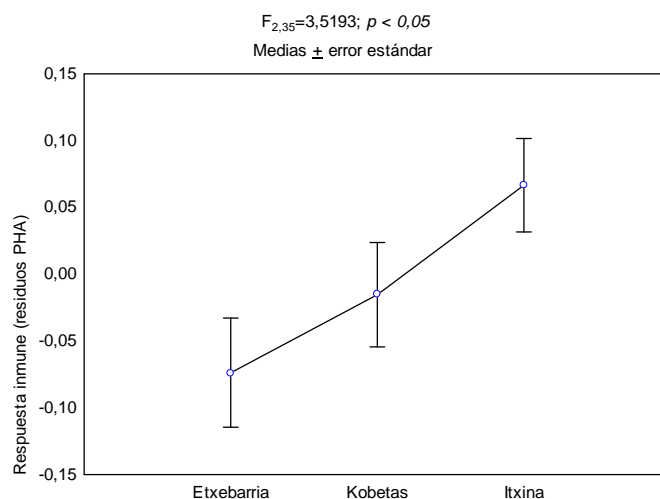


Figura 7. Respues inmune (residuos de la inflamación de la PHA sobre el peso), únicamente en los ejemplares de morfotipo naranja.

Intensidad de parasitación

La prevalencia de parasitación sanguínea fue del 83,3% en las lagartijas del parque de Etxebarria, 78,5% en Kobetas, 81,2% en Guadalupe y 57,7% en Itxina. Al comparar la intensidad de parasitación entre morfotipos no se encontraron diferencias significativas (test de Kruskal-Wallis, $H=0,50$; $p=0,47$), pero sí entre poblaciones (test de Kruskal-Wallis, $H=12,08$; $p<0,05$; figura 8). Así, los ejemplares de Kobetas presentaron una mayor carga parasitaria que los de Itxina ($Z=3,15$; $p<0,01$), siendo los valores de las otras 2 intermedios.

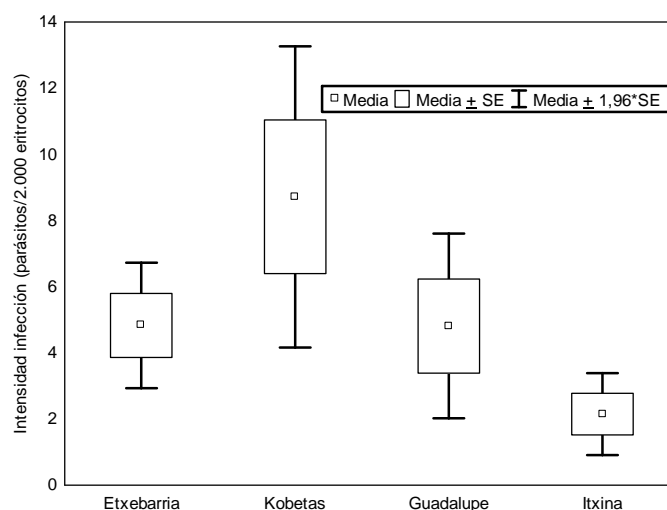


Figura 8. Intensidad de parasitación sanguínea observada en las diferentes poblaciones.

En cuanto a los ectoparásitos presentes en el momento de recogida de las lagartijas, los ejemplares del parque de Etxebarria, Guadalupe e Itxina estaban libres de garrapatas u otros ácaros. En el caso de Kobetas, la prevalencia fue del 35%, con una media de 1,75 garrapatas/individuo.

DISCUSIÓN

Inventariado de hepertofauna

Los resultados obtenidos durante las prospecciones reflejan, probablemente, las especies más frecuentes y más fáciles de ver en el entorno urbano de Bilbao. Atendiendo a dichos datos, únicamente encontramos 4 especies de herpetos en la ciudad, frente a las 18 detectadas en la cuenca del Bolintxu y la vega del Nervión, donde incluso apareció *Rana iberica*, un endemismo catalogado de especial interés por el Catálogo Vasco de Especies Amenazadas (Belamendia, 2010).

Los registros procedentes del Centro de Recuperación de Fauna de Gorniz corresponden en muchas ocasiones a especies frecuentes en zonas no urbanas que aparecen en la zona de contacto entre el monte y la ciudad (p. ej. *Coronella austriaca* y *C. girondica*) o a animales utilizados como mascotas (como la iguana verde, la serpiente del maíz o cualquiera de los quelonios) que se han escapado o han sido abandonados por sus dueños.

De hecho, las ciudades son zonas de entrada de especies exóticas (Chomel *et al.*, 2007). Así, aunque en la actualidad la venta de especies consideradas invasoras, como *Trachemys scripta*, está prohibida, muchos de los ejemplares que fueron vendidos como mascotas han sido liberados en multitud de puntos de agua por toda la península, alterando el funcionamiento de los ecosistemas y compitiendo con los galápagos autóctonos. En otras ocasiones, la introducción de especies exóticas es de forma indirecta, como parece ser el caso de *Tarentola mauritanica*, cuya expansión podría haber tenido lugar siguiendo la vía ferroviaria entre Zaragoza y Bilbao (Tejado & Potes, 2011).

La mayor parte de las especies alóctonas no logran sobrevivir y reproducirse fuera de su entorno original, debido a que no llegan a adaptarse a las nuevas condiciones. En ocasiones, los animales podrían ser capaces de sobrevivir durante un tiempo y aclimatarse, pero sin llegar a reproducirse. Sólo un pequeño porcentaje logra adaptarse por completo y establecer poblaciones permanentes, suponiendo un grave problema para las especies autóctonas y desequilibrando el funcionamiento de los ecosistemas (Pleguezuelos *et al.*, 2002). En este sentido, cabe destacar que aunque en la ciudad de Bilbao han aparecido al menos 9 especies alóctonas, en el entorno natural más próximo no se detectó ninguna.

En base a las previsiones sobre el cambio climático (Araujo *et al.*, 2006), cabría esperar un aumento de la presencia de especies típicamente mediterráneas, como *T. mauritanica* o *Rhinechis scalaris*, o incluso de especies procedentes de latitudes más bajas.

Análisis del estado de salud

Los resultados de la prueba de la PHA muestran que el entorno urbano ejerce un efecto negativo sobre la salud de las lagartijas, algo que ya ha sido probado con anterioridad en otra especie de lacértido (Cabido *et al.*, 2008). De hecho, la respuesta inmune parece aumentar conforme disminuye el grado de urbanización del entorno en el que viven las poblaciones.

Esto podría deberse a que el medio urbano genera situaciones de estrés (ruido, contaminantes, paso constante de personas y vehículos...) que debilitan el sistema inmune de los individuos y, a la postre, los vuelven más vulnerables frente a las enfermedades (Padgett & Glaser, 2003). Alternativamente, el ambiente urbano, debido a sus especiales características ambientales en cuanto a distribución de recursos o depredadores, podría favorecer estrategias vitales diferentes. Esto podría imponer diferencias en el reparto de recursos entre distintas necesidades fisiológicas, siendo la respuesta inmune una de las perjudicadas (Iglesias-Carrasco & Cabido, 2013). Sin embargo, aunque no se observaron diferencias en cuanto a condición corporal que sugieran una mayor abundancia o escasez de recursos tróficos en función del grado de urbanización, no se dispone de datos sobre la disponibilidad de refugios o la presencia/abundancia de depredadores.

Las diferencias entre morfotipos en cuanto a la respuesta a la PHA también podrían deberse a un fenómeno similar, derivado de las diferentes estrategias reproductoras (Miqueleiz *et al.*, 2014). Finalmente, aunque los ejemplares capturados y el número de poblaciones fueron pocos para extraer conclusiones, la diferente distribución de morfotipos en función del grado de urbanización que parece observarse (tabla 3) apoyaría esta hipótesis.

Tanto la prevalencia de hemoparásitos como la intensidad de parasitación fue menor en Itxina, el medio más natural de los 4 estudiados. La mayor intensidad de parasitación se encontró en Kobetas, una población con un grado de urbanización intermedio y la única en la que se observaron ectoparásitos. La presencia de éstos últimos, al actuar como vectores, y posiblemente, una capacidad inmune reducida (aunque no tanto como en la población más urbana), podrían explicar la mayor carga de hemoparásitos.

La menor carga parasitaria presente en las lagartijas del parque de Etxebarria podría deberse a que el entorno urbano no resulta favorable para el desarrollo de garrapatas y otros ácaros responsables de la transmisión de hemoparásitos. Los ejemplares de Guadalupe, a pesar de encontrarse en un entorno más natural que Bilbao, muestran intensidades de parasitación similares. Probablemente sea debido a que viven concentradas en poco espacio (en los muros del fuerte) y esto favorezca la transmisión de ácaros entre individuos. Sin embargo, al tener el sistema inmune en mejores condiciones que las de ciudad, no se verían tan afectadas.

Otra posible explicación sería que los individuos con mayor intensidad de parasitación, al tener una capacidad locomotora reducida debido a que las hemogregarinas reducen la capacidad de los eritrocitos de transportar oxígeno a los tejidos (Garrido *et al.*, 2014), sufrirían una mayor tasa de depredación. En un entorno natural como Itxina, previsiblemente, la cantidad de depredadores potenciales sería mayor que la de un entorno natural degradado como Kobetas, y sobrevivirían menos ejemplares con altas tasas de parasitación.

En cualquier caso, sería necesario obtener datos de un mayor número de poblaciones con distinto grado de urbanización para poder validar o descartar estas hipótesis. Igualmente, podría resultar de interés examinar el estado de salud de poblaciones procedentes de distintos puntos de la ciudad; de este modo, se obtendría además un mapa de la calidad ambiental de Bilbao.

CONCLUSIONES

El entorno urbano de Bilbao presenta una herpetofauna empobrecida en especies autóctonas pero actúa como un potencial foco para la introducción de especies exóticas. La mayoría de ellas son originarias de climas más cálidos, por lo que el progreso del calentamiento global podría, eventualmente, favorecer que se terminasen estableciendo poblaciones. Por otra parte, sería interesante localizar los puntos de reproducción del sapo partero, ya que ello permitiría realizar la prueba de la PHA a las larvas de esta especie y comparar el estado de las poblaciones urbanas de anfibios con el de las poblaciones urbanas de reptiles.

En cuanto al análisis del estado de salud, el medio urbano influye negativamente sobre el sistema inmune de los reptiles, tal y como se proponía en la hipótesis de partida. Sin embargo, dicha debilidad se ve compensada por la ausencia de vectores de transmisión de hemoparásitos, algo que no ocurre en los entornos naturales degradados, donde se alcanzan las mayores intensidades de parasitación.

PROPUESTAS DE CONSERVACIÓN

La ciudad de Bilbao cuenta con gran cantidad de muros, tapias y zonas verdes que podrían dar cobijo a una variada herpetofauna. Las lagartijas resultan ser los reptiles más abundantes y fáciles de ver en el entorno urbano; además, se trata de animales que no provocan reacciones de asco o miedo en la mayor parte de la población, por lo que en principio no son perseguidas.

Sin embargo, puede haber ciertas conductas humanas que lleguen a estresar a estos animales hasta el punto de soltar la cola. La pérdida de la cola supone un grave problema y un elevado coste para las lagartijas, no sólo a nivel energético, también a nivel reproductor y locomotor (Martín & Salvador, 1992; Salvador *et al.*, 1994; Brown *et al.*, 1995), por lo que se debería realizarse una labor de sensibilización sobre los efectos negativos de dichas conductas, habitualmente consideradas inocuas. Por ejemplo, podría aprovecharse la presencia de estas poblaciones urbanas para desarrollar unidades didácticas en los centros educativos.

El problema de los luciones y de las culebras resulta más grave, ya que en ocasiones son eliminados al ser considerados animales peligrosos. Esta situación podría abordarse actuando desde 2 frentes: por una parte, desmontando los mitos y miedos en torno a estos herpetos mediante charlas, cursos u otras actividades de educación ambiental; por otro lado, a través de la instalación en parques y jardines de paneles informativos en los que aparezca reflejada la fauna urbana que se puede encontrar en ellos, explicando brevemente aspectos de su biología y sus problemas de conservación.

En los puntos de venta de mascotas también sería importante remarcar a los compradores la responsabilidad que supone tener un animal en casa, así como los problemas que pueden provocar las especies exóticas si son abandonadas en otros ecosistemas.

Finalmente, la escasez de puntos de agua permanentes y su limpieza periódica impide el establecimiento de poblaciones de anfibios en la ciudad, ya que a diferencia de los reptiles, estos animales requieren un hábitat acuático para su reproducción. En este sentido, una limpieza más cuidadosa –devolviendo las puestas o los ejemplares capturados al agua–, mejoraría la situación de las poblaciones actuales y permitiría la llegada de nuevas especies presentes en los alrededores de la ciudad. La creación de charcas artificiales también favorecería el asentamiento de poblaciones de anfibios.

AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer a Aitor Laza y Carlos Cabido la dirección del presente trabajo, así como a Mainer Iglesias y Ion Garin por su ayuda durante la realización del mismo. La Diputación Foral de Bizkaia y la Diputación Foral de Gipuzkoa emitieron los correspondientes permisos para la captura de los ejemplares y la Sociedad de Ciencias Aranzadi puso a mi disposición las instalaciones y el material necesario. Finalmente, al Centro de Recuperación de Fauna de Gorniz, y especialmente a José Ignacio Intxausti, le agradezco la cesión de los registros de entradas de anfibios y reptiles.

BIBLIOGRAFÍA

- Amo, L., López, P., Martín, J. (2006) Nature-based tourism as a form of predation risk affects body condition and health state of *Podarcis muralis* lizards. *Biological Conservation* **131**: 402-409.
- Aragón-Rebollo, T., Pierna, J., Aragón-Rebollo, D., Hernández, JA. (2006) Anfibios y reptiles de la Península Ibérica e Islas Baleares. 1º edición. Ediciones Jaguar.
- Araujo, MB., Thuiller, W., Pearson RG. (2006) Climate warming and the decline of amphibians and reptiles in Europe. *Journal of Biogeography* **33**: 1712-1728.
- ASIH (2004) Guidelines for use of live amphibians and reptiles in field and laboratory research. Herpetological animal care and use committee (HACC) of the American Society of Ichthyologists and Herpetologists. Lawrence, Kansas.
- Bea, A. (1983) Nuevas citas para la herpetofauna del País Vasco. *Munibe* **35**: 89-91.
- Bea, A. (1985) Atlas de los anfibios y reptiles de Álava, Vizcaya y Guipúzcoa. En: *Álvarez, J. et al. Atlas de los vertebrados continentales de Álava, Vizcaya y Guipúzcoa*. Gobierno Vasco. 55-99.
- Belamendia, G. (2010) Estudio de la comunidad de anfibios y reptiles en la cuenca de Bolintxu: propuesta para el conocimiento de la diversidad de herpetofauna, detección de especies de interés y propuestas de gestión. Ayuntamiento de Bilbao. Informe inédito.
- Belliure, J., Smith, L., Sorce, G. (2004) Effect of testosterone on T cell-mediated immunity in two species of mediterranean lacertid lizards. *Journal of Experimental Zoology* **301A**: 411-418.

- Brown, RM., Taylor, DH., Gist, DH. (1995) Effect of caudal autotomy on locomotor performance of wall lizards (*Podarcis muralis*). *Journal of Herpetology* **29**: 98-105.
- Buczowski, G., Richmond, DS. (2012) The effect of urbanization on ant abundance and diversity: a temporal examination of factor affecting biodiversity. *Plos One* **7**: e41729, doi: 10.1371.
- Cabido, C. *et al.* (2008) Poblaciones urbanas de la lagartija ibérica: uso como bioindicador de los efectos del ambiente urbano. XIX Premio de Medio Ambiente. Caja de Ahorros y Monte de Piedad de Segovia. Obra social y cultural.
- Chomel, BB., Belotto, A., Meslin, FX. (2007) Wildlife, exotic pets, and emerging zoonoses. *Emerging infectious diseases* **13**: 6-11.
- Garrido, M., Pérez-Mellado, V., Cooper, WE. (2014) Complex relationships amongst parasite load and escape behaviour in an insular lizard. *Ethology* **121**: doi:10.1111/eth.12322.
- Gosá, A., Arias, A. (2009) Estado de las poblaciones de anfibios en un parque urbano de Pamplona. *Munibe* **57**: 169-183.
- Gosá, A. *et al.* (2011) Reproducción de *Tarentola mauritanica* (L., 1758) en la costa vasca. *Munibe* **59**: 95-101.
- Gosá, A. *et al.* (2014) Inventario y distribución de la herpetofauna en Jaizkibel. *Munibe Monographs. Nature Series* **2**: 123-129.
- Iglesias-Carrasco, M., Cabido, C. (2013) Adaptación a un nuevo ambiente: compromiso entre respuesta inmune y antidepredadora en una población urbana de lagartija. *IV Congreso de Biodiversidad*. Bilbao.
- Liker, A., Papp, Z., Bókony, V., Lendvai, ÁZ. (2008) Lean birds in the city: body size and condition of house sparrows along the urbanization gradient. *Journal of Animal Ecology* **77**: 789-795.
- Marco, A. (2002) Contaminación global por nitrógeno y declive de los anfibios. *Revista española de herpetología* (2002): 97-109.

- Marzluff, JM. (2001) Worldwide urbanization and its effects on birds. Pages 19–47 in Marzluff, JM., Bowman, R., Donnelly, R., eds. *Avian Ecology in an Urbanizing World*. Norwell (MA): Kluwer.
- Martín, J., Salvador, A. (1992) Tail loss reduces mating success in the Iberian rock-lizard, *Lacerta monticola*. *Behavioral Ecology and Sociobiology* **32**: 185-189.
- Martínez-Solano, I. (2006) Atlas de distribución y estado de conservación de los Anfibios de la Comunidad de Madrid. *Graellsia* **62**: 253-291.
- McIntyre, NE. (2000) Ecology of urban arthropods: A review and a call to action. *Annals of the Entomological Society of America* **93**: 825–835.
- McKinney, ML. (2006) Urbanization as a major cause of biotic homogenization. *Biological Conservation* **127**: 247-260.
- Merino, S. *et al.* (1999) Phytohaemagglutinin injection assay and physiological stress in nestling house martins. *Animal behaviour* **58**: 219-222.
- Miqueleiz, A., Iglesias-Carrasco, M., Cabido, C. (2014) Morph-specific correlations between immunity, sexual characteristics and personality in male *Podarcis muralis*. *XIII Congreso Luso-Español de Herpetología*. Aveiro.
- Niemelä, J., *et al.* (2011) *Urban ecology: patterns, processes and applications*. 1º edición. Oxford.
- Niemelä, J., Kotze, DJ. (2009) Carabid beetle assemblages along urban to rural gradients: a review. *Landscape and Urban Planning* **92**: 65-71.
- Padgett, DA., Glaser R. (2003) How stress influences the immune response. *Trends in Immunology* **24**: 444-448.
- Pleguezuelos, JM., Márquez, R., Lizana, M. (2002) *Atlas y Libro Rojo de los Anfibios y Reptiles de España*. Dirección General de Conservación de la Naturaleza-Asociación Herpetológica Española (2º impresión), Madrid, 587 pp.
- Rubbo, MJ., Kieseckner, JM. (2005) Amphibian breeding distribution in an urbanized landscape. *Conservation Biology* **19**: 504-511.

- Sacchi, R., *et al.* (2007) Morph-specific immunity in male *Podarcis muralis*. *Amphibia-Reptilia* **28**: 408-412.
- Salvador, A., Martín, J., López, P. (1994) Tail loss reduces home range size and access to females in male lizards, *Psammmodromus algirus*. *Behavioral Ecology* **6**: 382-387.
- Schulte-Hostedde, AI. *et al.* (2005) Restitution of mass-size residuals: validating body condition indices. *Ecology* **86**: 155-163.
- Sinervo, B., *et al.* (2010) Erosion of Lizard Diversity by Climate Change and Altered Thermal Niches. *Science* **328**: 894-899.
- Tejado, C., Potes, ME. (2011) Primeros registros de *Tarentola mauritanica* (L. 1758) para el centro y norte de Álava. *Munibe* **59**: 87-93.
- Tejedo, M. (2003) El declive de los anfibios. La dificultad de separar las variaciones naturales del cambio global. *Munibe* **16**: 20-43.
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. (2014) World Urbanization Prospects: The 2014 Revision, Highlights (ST/ESA/SER.A/352). 27 pp.

ANEXO I

Tabla anexa 1. Registro de las especies observadas durante las prospecciones. A= Escuela de Arangoiti; C= Calzadas de Mallona; E=Parque de Etxebarria; HB=Hospital de Basurto; M= La Misericordia; PE= Parque Europa; PC= Parque de Doña Casilda; PI= Parque Ibaieder; VL= Vía Vieja de Lezama.

Fecha	Especie	Lugar
16/09/2014	<i>Podarcis muralis</i>	E, C, PE y VL
22/10/2014	<i>Bufo spinosus</i>	PI
22/10/2014	<i>Podarcis muralis</i>	E, C, PI, PC, M y HB
15/11/2014	-	-
10/12/2014	-	-
07/03/2015	<i>Podarcis muralis</i>	E, C, A y VL.
11/04/2015	<i>Anguis fragilis</i>	C
11/04/2015	<i>Podarcis muralis</i>	E, C y PI
13/06/2015	<i>Podarcis muralis</i>	E, PE y PI
25/07/2015	<i>Alytes obstetricans</i>	C

ANEXO II

Lacertilios



Figura anexa 1. De izquierda a derecha y de arriba a abajo, *Anguis fragilis*, *Iguana iguana*, *Podarcis muralis*, *Tarentola mauritanica* y *Lacerta bilineata*.

Ofidios



Figura anexa 2. De izquierda a derecha y de arriba a abajo, *Elaphe guttata*, *Coronella austriaca*, *Coronella girondica*, *Natrix maura*, *Natrix natrix*, *Rhinechis scalaris*, *Zamenis longissimus* y *Vipera seoanei*.

Quelonios



Figura anexa 3. De izquierda a derecha y de arriba a abajo, *Emys orbicularis*, *Mauremys leprosa*, *Testudo graeca*, *Testudo hermanni* y *Trachemys scripta*.

Anfibios



Figura anexa 4. Metamórfico y adulto de *Bufo spinosus* (izda y centro). A la derecha, *Alytes obstetricans*.

***Nota:** Las imágenes utilizadas son de libre uso obtenidas en la red, salvo las fotografías de *Bufo spinosus*, *Lacerta bilineata*, *Podarcis muralis* y *Rhinechis scalaris*, propiedad del autor del trabajo.