

Seguimiento de anfibios en Navarra mediante censos poblacionales

Monitoring of amphibians in Navarre through population censuses

Alberto Gosá¹

¹ Sociedad de Ciencias Aranzadi. Departamento de Herpetología. Paseo de Zorroaga 11, 20014 Donostia-San Sebastián. España.

Correspondencia: agosa@aranzadi.eus

RESUMEN

Hace poco más de dos decenios comenzaron los primeros seguimientos de poblaciones de anfibios en Navarra. La primera especie monitoreada mediante censos en sus cinco subpoblaciones desconectadas que mantiene en la provincia fue *Rana dalmatina* Bonaparte, 1840. Los resultados de este periodo no han detectado un decrecimiento poblacional, a lo que ha debido contribuir el programa de recuperación del hábitat reproductor emprendido y el mantenimiento de las manchas forestales (robledal) remanentes donde desarrolla su ciclo biológico en fase terrestre. Posteriormente se iniciaron los seguimientos de comunidades completas de anfibios en espacios protegidos, como el Parque Natural de las Sierras de Urbasa y Andía y las Zonas Especiales de Conservación de la Sierra de Aralar y Roncesvalles-Selva de Irati, donde, en el mejor de los casos, se cuenta con seguimientos discontinuos de 14 años. Más recientemente, se ha iniciado el censo de poblaciones en una zona no protegida y alterada de la Navarra Media, en los valles de Aranguren y Egüés, donde se llevan realizados cuatro años de seguimiento. Los resultados, todavía preliminares, no muestran en general procesos de declive poblacional.

PALABRAS CLAVE: Seguimiento poblacional, censo de poblaciones, anfibios, espacios naturales protegidos, *Rana dalmatina*, Navarra.

ABSTRACT

A little more than two decades ago, the first monitoring of amphibian populations began in Navarre. *Rana dalmatina* Bonaparte, 1840 was the first species monitored through censuses in its five disconnected subpopulations that it maintains in the province. The results of this period have not detected a population decrease, to which the program to recover the reproductive habitat undertaken and the maintenance of the remaining forest patches (oak) where it develops its life cycle in the terrestrial phase must have contributed. Subsequently, the monitoring of complete amphibian communities in protected areas began, such as the Natural Park of Urbasa and Andía Mountains and the Special Areas of Conservation of Aralar Mountain and Roncesvalles-Selva de Irati, where, in the best of the cases, there are 14-year discontinuous monitoring. More recently, a population census has been started in an unprotected and altered area of the Middle Navarre, in the valleys of Aranguren and Egüés, where four years of monitoring have been carried out. The still preliminary results do not generally show processes of population decline.

KEY WORDS: Population monitoring, population census, amphibians, protected natural areas, *Rana dalmatina*, Navarre.

LABURPENA

Duela bi hamarkada baino gehiago hasi ziren Nafarroako anfibio populazioen lehen jarraipenak. *Rana dalmatina* Bonaparte, 1840 izan zen probintzian, bere bost azpipopulazio isolatueta, errolden bidez monitorizatu zen lehen espeziea. Garai haietako emaitzek ez dute populazioaren beherakadak hauteman, funtsezkoak izan baitira ugalketa-habitata berreskuratzeko programak eta baso-orbanak (hariztiak) mantentendu izanak, bertan garatzen baita haien lurreko fasea. Ondoren, gunee babestuetako anfibioen jarraipena egiten hasi zen, hala nola Urbasa eta Andia mendilerroetako Parke Naturalean eta Aralar mendilerroko eta Orreaga-Iratiko oihaneko Kontserbazio Eremu Bereziak. Horietan, kasurik onenean, 14 urteko jarraipen etenak izaten dira. Azken lau urteetan, populazioen erroldak egin dira Nafarroako eremu babesgabe eta eraldatueta, Aranguren eta Egues ibarretan hain zuzen. Emaitzek, oraindik behin-behinekoak, ez dute oro har populazioaren gainbehera-prozesurik islatzen.

GAKO-HITZAK: Populazio-jarraipena, populazioen zentsoak, anfibioak, naturagune babestuak, *Rana dalmatina*, Nafarroa.

INTRODUCCIÓN

El seguimiento de las poblaciones de anfibios es una herramienta que se considera imprescindible para la evaluación de su estado de conservación a largo plazo. Tiene claras implicaciones en la gestión de una fauna que desde hace ya unos decenios es conocida por encontrarse en una grave situación de amenaza a escala global. Las causas son muy diversas, entre las que la pérdida de hábitat

aparece recogida de forma recurrente (Beebee y Griffiths, 2005; Cushman, 2006; Ficetola *et al.*, 2015).

El método tradicional de seguimiento en anfibios, para analizar su estado de conservación, se basa en la obtención de censos poblacionales repetidos en series temporales largas, siguiendo unos métodos estandarizados de registro y cuantificación que aparecen recogidos en numerosos manuales de uso (véase, por ejemplo, Heyer *et al.*,

1994; Gent y Gibson, 2003). El censo de anfibios en fase adulta puede resultar más resolutivo que el de la fase larvaria para interpretar la situación de las poblaciones, porque su cuantificación presenta una menor variabilidad y mayor fiabilidad en los resultados. El censo de las poblaciones larvarias puede introducir factores de difícil interpretación en ese sentido, debido a que en dicha fase las poblaciones presentan fluctuaciones aleatorias muy relevantes, impredecibles año tras año y que pueden enmascarar el estado real de su dinámica temporal, aunque pueden servir para interpretar la tendencia general seguida por la población. Sin embargo, la continuidad en el tiempo de ambos tipos de censos en una misma población puede generar a largo plazo una acumulación de información capaz de resolver o, al menos, facilitar la interpretación de su tendencia, de manera que la combinación de datos cuantificados de adultos y larvas puede resultar útil y beneficiosa para el fin último que suele perseguir este tipo de seguimientos, aplicados a la gestión de poblaciones amenazadas.

Hasta finales de la década de 1980 no se empezó a registrar en Navarra información sobre la presencia de especies para el conjunto de anfibios (Gosá y Bergerandi, 1994), y mucho menos del estado de sus poblaciones. A partir de entonces se sucedieron los informes técnicos y algunos estudios de distribución local de especies y de conservación, que finalmente confluyeron y dieron origen

a los primeros proyectos de seguimiento de poblaciones. El primero de ellos se inició en 1997 con una especie muy poco conocida en Navarra, pero de la que pronto se sospechó que se encontraba en una situación precaria y amenazada: *Rana dalmatina* Bonaparte, 1840 (Gosá, 2002). A partir de entonces se investigó la distribución de la especie en el territorio y se amplió el seguimiento al conjunto de sus subpoblaciones, que se encontraban aisladas. Se analizó su estructura genética, lo que dio lugar a la detección de una incipiente diferenciación entre los distintos núcleos, debida a la fragmentación (Sarasola-Puente *et al.*, 2012). El seguimiento se realizó en dos espacios protegidos de la Red Natura 2000 (Zonas Especiales de Conservación de los Robledales de Ultzama y Basaburua y de la Sierra de Codés) y otras tres zonas no protegidas (valle de Odieta, Cuenca de Pamplona y valle de La Barranca) (Fig. 1). La especie fue censada anualmente desde 1997 hasta 2014 por la Sociedad de Ciencias Aranzadi en más de 70 puntos de reproducción repartidos entre sus cinco subpoblaciones navarras (Gosá *et al.*, 2013; A. Gosá, datos inéditos de 2014). En 2013 el Gobierno de Navarra se responsabilizó de los censos, encargándose de los mismos a partir de entonces sus guardas medioambientales, bajo supervisión de la Sociedad de Ciencias Aranzadi. Desde entonces el seguimiento se viene aplicando en más de 60 masas de agua, algunas de las cuales no estuvieron incluidas en la

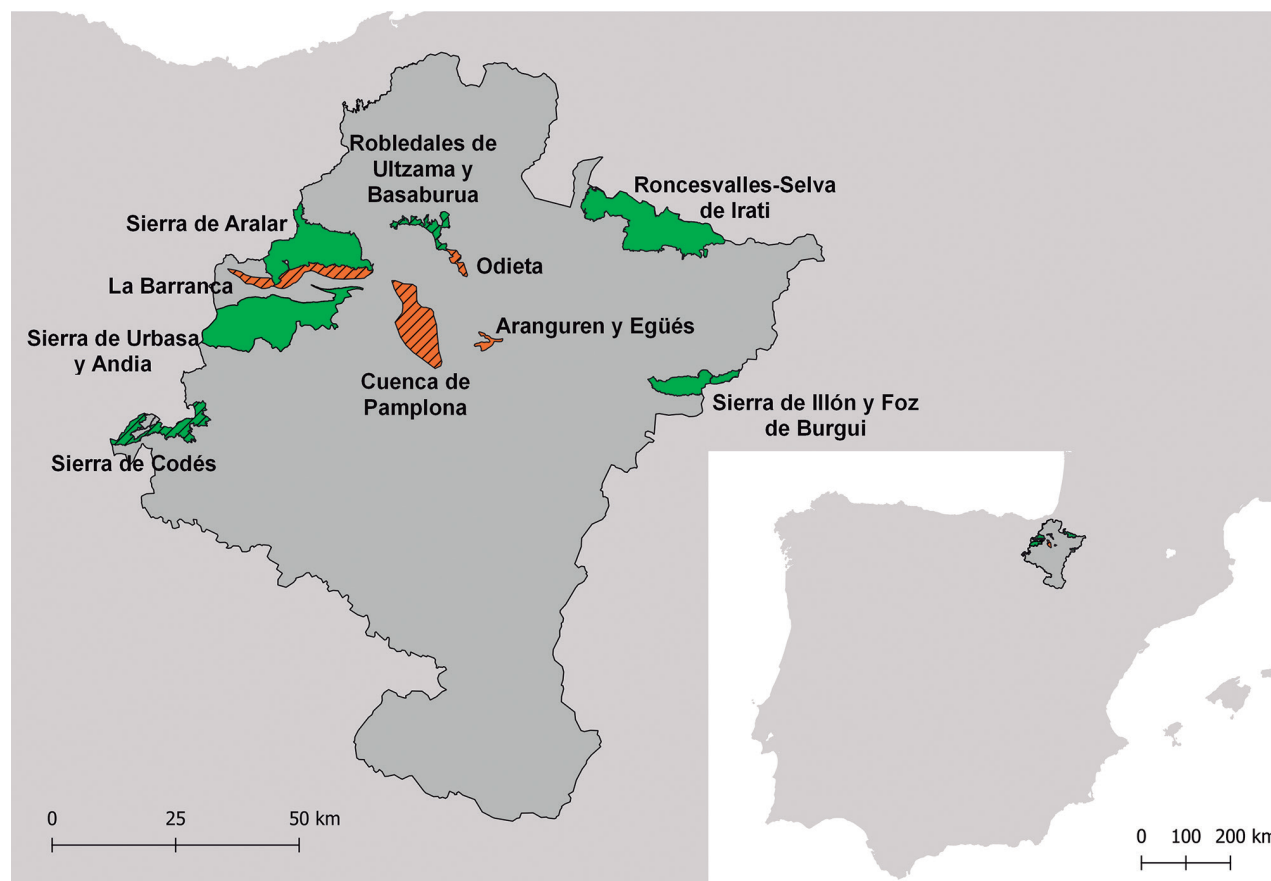


Fig. 1. - Ubicación de las zonas donde se ha realizado el seguimiento de anfibios en Navarra. En verde espacios protegidos; en naranja espacios no protegidos; barras: seguimiento de *Rana dalmatina*.

primera etapa, recogiendo sus resultados en el presente estudio. Considerando los puntos de reproducción objeto de seguimiento para las dos etapas, se supera largamente la cifra de 100 en los que, al menos, se ha registrado la reproducción en un año, es decir, que han sido utilizados en algún momento por la especie. Muchos de ellos corresponden a humedales creados expresamente para la ampliación y mejora de su hábitat de reproducción en los últimos 20 años.

Los restantes seguimientos emprendidos se han enfocado principalmente al censo del conjunto de especies de las respectivas comunidades de anfibios en diversos enclaves, y no sólo de sus especies catalogadas, cubriendo una parte limitada del territorio navarro, que se extiende entre la zona pirenaica, las sierras occidentales y el centro de la provincia. La mayor parte de los seguimientos ha tenido lugar en espacios protegidos, como el Parque Natural de las Sierras de Urbasa y Andía o las Zonas Especiales de Conservación (ZECs) de la sierra de Aralar y de Roncesvalles-Selva de Irati (Gosá *et al.*, 2019). No obstante, alguno se ha dirigido al conjunto de la comunidad bajo el paraguas de una especie protegida, como es el caso de *Ichthyosaura alpestris* (Laurenti, 1768) en la sierra de Aralar (Gosá, 2018), o de *Calotriton asper* (Dugès, 1852) en el Pirineo (Gosá *et al.*, 2018a). El último de los seguimientos iniciados está teniendo lugar en la comunidad anfibia de una zona no protegida, en los valles de Aranguren y Egüés (Gosá, 2020) (Fig. 1).

MATERIAL Y MÉTODOS

Las estimaciones se obtuvieron siguiendo una metodología que ha sido ampliamente expuesta en estudios ya publicados para las poblaciones navarras de anfibios y de su entorno (véase por ejemplo Gosá *et al.*, 2018b y 2019). Resumiendo mucho, los registros, que en todos los casos fueron diurnos, se obtuvieron básicamente siguiendo dos metodologías diferenciadas, dependiendo del tipo de hábitat donde se realizaran. En ambientes lénticos (charcas u otros tipos de microhumedales, incluidos depósitos artificiales) los datos se obtuvieron por observación directa, escuchas o capturas mediante manguero con salobre. Los muestreos se realizaron desde las orillas del humedal o en su interior, en visitas repetidas a lo largo de la estación reproductora de los anfibios (generalmente entre finales de invierno y comienzos de verano), durante varios años, sucesivos o con periodos de descanso. El diámetro mayor de los humedales muestreados estuvo comprendido habitualmente entre 5 y 30 metros. Se prestó especial atención a la repetición de las características del censo en cada visita, dependiendo de los condicionantes de cada humedal, para estandarizar la toma de registros y poder finalmente aplicar en condiciones de fiabilidad las pruebas estadísticas de comparación de resultados interanuales y entre humedales. Independientemente de la duración de cada visita, los resultados absolutos se transformaron en abundancias máximas (censo mayor obtenido en cualquiera de las repeticiones) relativizadas a 20 minutos de muestreo en cada humedal.

En ambientes lóticos (cauces secundarios de montaña) los registros se obtuvieron siguiendo transectos en el interior y orillas de los arroyos, en tramos seleccionados al efecto de 150-600 metros de longitud. Como en el caso de las charcas, se realizaron diversas visitas a cada cauce durante la estación reproductora de los anfibios, en años sucesivos o con periodos intermedios de descanso. Para realizar los análisis estadísticos en condiciones estandarizadas, los datos absolutos de abundancia máxima obtenidos se transformaron en índices kilométricos de abundancia (IKA: número máximo de individuos / km de cauce). Tanto en charcas como en cauces los resultados de los censos se calcularon y han sido expresados separadamente para las dos fases vitales de los anfibios: la aérea (metamórfica, juvenil y adulta) y la acuática (larvas).

Entre 1997 y 2020 las diversas subpoblaciones de *R. dalmatina* fueron censadas entre una y cuatro o cinco veces por charca y año, repitiéndose excepcionalmente los censos en algunas masas de agua en siete, nueve o quince ocasiones. El número de charcas censadas por año fue variable, y en la mayor parte de subpoblaciones se superó el número mínimo de diez, que puede ser una referencia a tener en cuenta en cuanto a esfuerzo de prospección, para obtener resultados fiables. Cuando no se alcanzó ese umbral de humedales fue debido a la falta de disponibilidad en la zona. La subpoblación con menos charcas censadas, por este motivo, fue la del valle de Odieta, que no superó las cuatro masas de agua; por el contrario, en la subpoblación de la ZEC Robledales de Ultzama y Basaburua se llegó a censar en más de 60 humedales (Gosá *et al.*, 2013). Los porcentajes medios de ocupación de la especie en las charcas fueron calculados introduciendo en la muestra contabilizada las charcas que al menos un año fueron utilizadas para la reproducción, aunque en años sucesivos no lo fueran, como consecuencia de la conducta metapoblacional del anfibio. Este uso indistinto de los humedales, año tras año, y la progresiva creación de humedales para su reproducción en la mayor parte de los territorios donde está presente, aconsejó reducir las diferentes comparaciones estadísticas exclusivamente a las muestras de humedales con presencia de la especie en, al menos, uno de los años censados, eliminando del cómputo los humedales que, aun estando disponibles para la especie, nunca fueron utilizados para la reproducción. Los censos se establecieron contabilizando el número de puestas realizadas por las hembras en cada masa de agua durante los sucesivos años de muestreo, de manera que las estimaciones poblacionales se enfocaron al segmento de las hembras, siendo expresadas generalmente en términos de número medio de puestas por charca / año o para el conjunto de charcas de cada subpoblación.

En el Parque Natural de las Sierras de Urbasa y Andía se censaron hasta 76 humedales al menos una vez, si bien no todos ellos fueron muestreados todos los años en que se realizaron los censos, extendidos entre 2004, 2011 y 2013-2018. En Urbasa se repitieron entre una y cinco veces en un mismo año, y en Andía entre una y tres. En la ZEC de la Sierra de Aralar se censaron entre una y cinco veces por año hasta 27 humedales en 2004, 2016 y 2018, tampoco todos

ellos en el mismo año. En la ZEC de Roncesvalles-Selva de Irati el muestreo se efectuó anualmente entre 2011 y 2018 (excepto 2016), en tramos seleccionados de cinco arroyos, que fueron visitados entre una y tres veces por año (Gosá *et al.*, 2019). En Aranguren-Egüés se censaron anualmente, entre 2017 y 2020, 27 masas de agua, de una a nueve veces por año (Gosá, 2020).

El análisis estadístico aplicado fue descriptivo, a partir de la comparación de medias interanuales en los distintos territorios y poblaciones, mediante pruebas no paramétricas (Kruskal-Wallis, Mann-Whitney) y paramétricas (ANOVA, test t).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Censo de *Rana dalmatina*

Para reproducirse, *R. dalmatina* ocupó asiduamente los humedales disponibles en cada subpoblación, presentando porcentajes medios muy diferentes entre ellas (Tabla 1; Kruskal-Wallis: $H = 27,01$; $P < 0,0001$). El número de puestas mostró diferencias significativas entre subpoblaciones (Kruskal-Wallis. $H = 24,54$; $P = 0,00006$; Fig. 2), correspondiendo el valor más bajo a la subpoblación de Odieta, cuya media de puestas / charca fue significativamente menor que en el resto de subpoblaciones (Mann-Whitney: $U = 0 - 17$; $P < 0,003$), y el más alto a la de la Cuenca de Pamplona, donde superó las 40 puestas / charca (Tabla 2). La media de puestas en Ultzama-Basaburua también fue significativamente menor que en la Cuenca de Pamplona (U = 92; $P = 0,010$).

	Odieta	ZEC Ultzama	Cuenca	Barranca	ZEC Codés
Media	67,64	68,88	95,56	85,72	90,43
EE	6,46	3,83	2,30	3,97	3,42
N (años)	17	21	22	17	23
Rango	0-100	42,42-100	66,67-100	50-100	50-100

Tabla 1. - Porcentaje medio de charcas/año por subpoblación con reproducción de *Rana dalmatina*, para el conjunto de años censados en cada una.

En la subpoblación de la ZEC Robledales de Ultzama y Basaburua se produjeron variaciones significativas en el número de puestas por charca entre años, resultando la media menor en 2013 (8,15 puestas / charca) y la mayor en 2019 (55,11 puestas / charca). Las mayores diferencias se detectaron entre las medias de 2002 y las de 2005 a 2013, que fueron superiores en 2002, y las de 2017 frente a las de 2006 y 2009 a 2013, que fueron igualmente superiores en 2017 (Mann-Whitney; Tabla 3). En el análisis de esta subpoblación no se tuvo en cuenta ningún año el núcleo localizado en la Balsa de Auza (valle de Ultzama), el más densamente poblado de toda la ZEC Robledales de Ultzama y Basaburua, porque solamente fue censado en dos ocasiones durante la serie temporal de censos: 2004, cuando se contabilizaron 398 puestas, y 2005, con 854 puestas. Previamente a esta serie se había censado en 1994, contabilizándose entonces 638 puestas (Gosá, 1994).

A partir del número de puestas contabilizado en las charcas de cada subpoblación se hicieron estimaciones del número total de puestas en ellas y, aditivamente, en el conjunto de la población navarra (machos y hembras adultos). La estabilidad de la sex-ratio conocida para la especie en su ámbito europeo fue ratificada para la población navarra, a partir de estimaciones realizadas en la subpoblación de la ZEC Robledales de Ultzama y Basaburua entre los años 2002 y 2007. La sex-ratio media obtenida, que fue de 2,16 machos por cada hembra ($EE = 0,06$; $n = 5$; rango: 2,00-2,31; Gosá y Sarasola, 2008), se utilizó en los distintos cálculos de los tamaños totales de machos en cada subpoblación, así como para el conjunto de la población navarra.

	Odieta	ZEC Ultzama	Cuenca	Barranca	ZEC Codés
Media	5,93	21,74	40,65	25,34	30,03
EE	0,91	2,58	5,94	4,19	3,73
N (años)	8	20	18	17	17
Rango	1-9	8,15-55,11	11-107,5	3,3-64,19	4-53

Tabla 2. - Media de puestas por charca para cada subpoblación de *Rana dalmatina* en el conjunto de años.

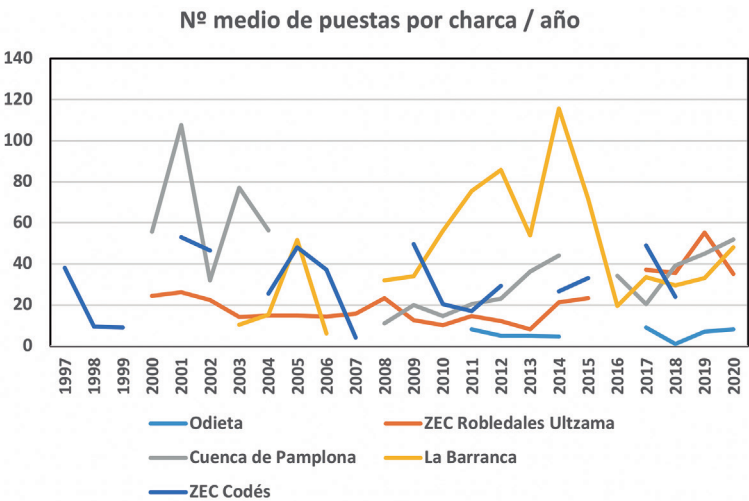


Fig. 2. - Media de puestas por charca y año en las subpoblaciones de *Rana dalmatina*.

Subpoblación	Años	Mann-Whitney	Probabilidad
ZEC Robledales de Ultzama y Basaburua	2002 > 2005 a 2013	U = 54,5 - 156,5	P < 0,042
	2005 < 2020	U = 45,5	P = 0,037
	2006 < 2017, 2020	U = 39,5 - 62	P < 0,041
	2009 < 2017	U = 148	P = 0,034
	2010 < 2017, 2020	U = 88,5 - 133,5	P < 0,031
	2011 < 2017, 2020	U = 119,5 - 204,5	P < 0,046
	2012 < 2017, 2020	U = 103,5 - 165	P < 0,035
	2013 < 2014, 2017, 2020	U = 82 - 415	P < 0,030
La Barranca	2014 > 2016, 2019	U = 2 - 4	P < 0,037

Tabla 3. - Significación estadística de las diferencias en las medias del número de puestas / año en las dos únicas subpoblaciones de *Rana dalmatina* donde se detectaron variaciones.

En los primeros años de seguimiento (finales de la década de 1990 e iniciales de la de 2000) no se censaron todas las subpoblaciones. Salvo en la subpoblación de Odieta, donde el número de humedales fue siempre muy pequeño, en las restantes se fueron introduciendo progresivamente más humedales en el seguimiento, que en muchos casos se fueron creando dentro del programa de conservación de la especie. Por ello, se eliminaron de la estimación de la población total esos primeros años. El aumento del número de humedales considerados según avanzaba el seguimiento ha podido condicionar algunas estimaciones de la población total de los años finales, produciendo algún tipo de sesgo que explicaría la apreciación de un posible crecimiento en alguna de las subpoblaciones, pero la variabilidad de la presencia interanual de la especie en los humedales, dada su conducta metapoblacional, ha podido, por el contrario, compensar hasta cierto punto ese posible sesgo, de manera que, con la prudencia debida, puede admitirse que los resultados sobre los que se basa el análisis de la tendencia de las poblaciones resultan lo suficientemente fiables para explicar correctamente la evolución temporal de la especie en Navarra durante las dos últimas décadas.

El tamaño medio de las subpoblaciones fue muy variable, con diferencias altamente significativas entre ellas (Kruskal-Wallis: $H = 54,83$; $P < 0,00001$). Sólo los tamaños poblacionales medios en la Cuenca de Pamplona y La Barranca, de en torno a los 600 individuos, resultaron semejantes ($t = -0,078$; $P = 0,938$). La subpoblación más numerosa e importante de Navarra fue la de la ZEC Robledales de Ultzama y Basaburua, superando en promedio los 1.200 individuos y acercándose algunos años a los 3.000, sin incluir en ningún caso los datos censales de la Balsa de Auza (Ultzama). Por el contrario, la subpoblación de Odieta apenas llegó a superar algún año el centenar de individuos (Tabla 4). Sólo en los dos años finales del seguimiento (2019-2020) la estimación total de la población navarra de *R. dalmatina* superó largamente los 5.000 individuos (Fig. 3).

	Odieta	ZEC Ultzama	Cuenca	Barranca	ZEC Codés
Media	40,11	1.299,45	616,00	638,76	227,78
EE	6,92	172,10	132,27	123,15	29,00
N (años)	17	20	19	17	19
Rango	0-101	32-2.961	70-1.973	38-1.671	22-464

Tabla 4. - Tamaño medio de las subpoblaciones (machos y hembras adultos) de *Rana dalmatina* a lo largo del periodo de seguimiento.

Censo de *Calotriton asper* en la ZEC Sierra de Illón-Foz de Burgui

Calotriton asper es una especie cuyo seguimiento ha tenido principalmente lugar en la ZEC pirenaica de Roncesvalles-Selva de Irati, dentro del programa de censos desarrollado en ella para el conjunto de su comunidad de anfibios. Ahora bien, en otra ZEC pirenaica, la de la Sierra de Illón-Foz de Burgui se ha seguido la especie en tres años repartidos entre 2012 y 2018 (Gosá *et al.*, 2018a). El censo se llevó a cabo en un tramo del Barranco de la Foz (Benasa), afluente del río Salazar, y si bien la serie temporal es todavía muy corta, los datos de los índices kilométricos de abundancia de adultos obtenidos no detectan tendencia negativa en la población instalada en ese cauce (Tabla 5).

Tamaño estimado de la población

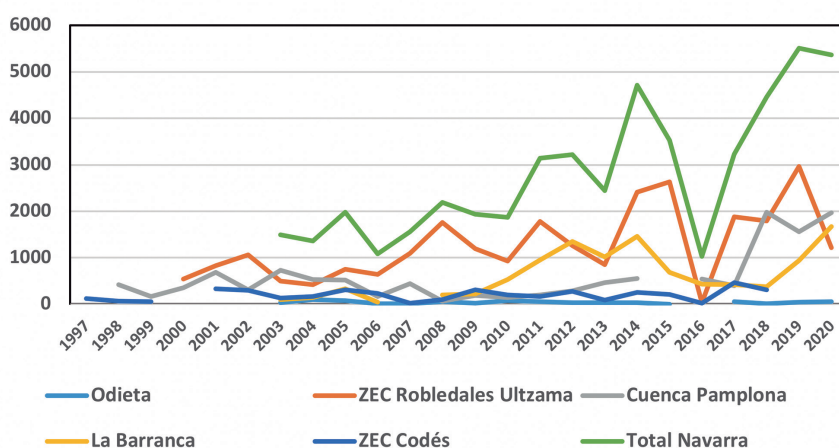


Fig. 3. - Estimación de la evolución del tamaño total (machos y hembras) de las subpoblaciones y del conjunto de la población navarra de *Rana dalmatina* durante los años de seguimiento.

ADULTOS	2012	2013	2018
ZEC Sierra de Illón-Foz de Burgui (Barranco de la Foz)	62,26	52,53	112,11

Tabla 5. - Abundancias máximas de *Calotriton asper* adultos (IKA: nº individuos / km de cauce) obtenidas en tres años de censo poblacional en la ZEC Sierra de Illón-Foz de Burgui.

Censos de anfibios en espacios protegidos

Parque Natural de las Sierras de Urbasa y Andía

El seguimiento de anfibios en el Parque Natural de las Sierras de Urbasa y Andía se llevó a cabo a lo largo de ocho años entre 2004, 2011 y 2013-2018 (Gosá *et al.*, 2018b). El número de humedales donde se realizaron los censos de las poblaciones adultas en los diferentes años varió en cada especie, fluctuando entre 3 y 23 para *Lissotriton helveticus* (Razoumowsky, 1789), 3 y 19 para *Triturus marmoratus* (Latreille, 1800) e *Ichthyosaura alpestris*, 3 y 13 para *Alytes obstetricans* (Laurenti, 1768), 0 y 4 para *Bufo spinosus* Daudin, 1803, 0 y 7 para *Epidalea calamita* (Laurenti, 1768), 1 y 8 para *Hyla molleri* (Bedriaga, 1889) y 3 y 19 para *Pelophylax perezi* (Seoane, 1885). Dichas poblaciones presentaron tasas de abundancia máxima media con diferencias interespecíficas altamente significati-

vas (Kruskal-Wallis: $H = 50,03$; $P < 0,0001$; Fig. 4). Las más abundantes fueron las de ciertos tritones, en especial la de *L. helveticus*, que presentó una media interanual superior a los 80 individuos por charca observados en 20 minutos de muestreo. *Ichthyosaura alpestris* también mostró densidades relativamente altas (Tabla 6).

De las poblaciones larvarias sólo se dispuso de censos para un máximo de tres años (2004, 2011 y 2017). El número de humedales donde se realizaron varió interanualmente, entre 2 y 4 para *Salamandra salamandra* (Linnaeus, 1758), 7 y 22 para *L. helveticus*, 5 y 10 para *T. marmoratus*, 4 y 11 para *I. alpestris*, 7 y 20 para *A. obstetricans*, 4 para *E. calamita*, 3 para *Pelodytes punctatus* (Daudin, 1802), 3 y 13 para *H. molleri*, 2 y 9 para *Rana temporaria* Linnaeus, 1758 y 7 para *P. perezi*. Las abundancias máximas medias no presentaron variaciones entre especies (Kruskal-Wallis: $H = 12,85$; $P = 0,169$; Fig. 4), si bien las mayores correspondieron a *A. obstetricans* y *H. molleri* (Tabla 6).

ZEC de la Sierra de Aralar

El seguimiento en la ZEC de la Sierra de Aralar se llevó a cabo a lo largo de cuatro años (2004, 2016, 2018 y 2020), si bien no todas las especies fueron censadas en todos

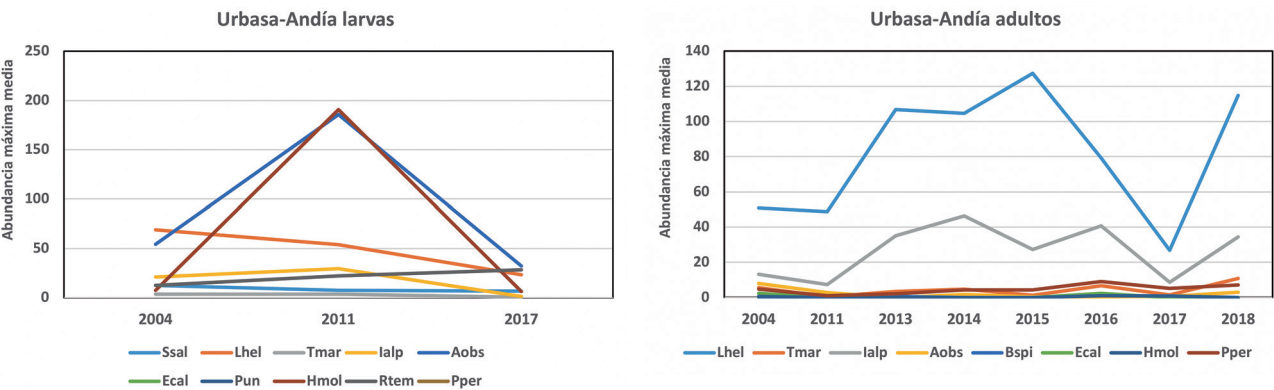


Fig. 4. - Abundancias máximas medias interanuales de las poblaciones adultas y larvarias en el Parque Natural de las Sierras de Urbasa y Andía (20 minutos de muestreo). Ssal: *Salamandra salamandra*; Lhel: *Lissotriton helveticus*; Tmar: *Triturus marmoratus*; ialp: *Ichthyosaura alpestris*; Aobs: *Alytes obstetricans*; Bspi: *Bufo spinosus*; Ecal: *Epidalea calamita*; Ppun: *Pelodytes punctatus*; Hmol: *Hyla molleri*; Rtem: *Rana temporaria*; Pper: *Pelophylax perezi*.

ADULTOS	Ssal	Lhel	Tmar	ialp	Aobs	Bspi	Ecal	Ppun	Hmol	Rtem	Pper
Media		82,36	4,27	26,57	2,07	0,31	0,57		0,30		4,68
EE		12,94	1,20	5,34	0,92	0,13	0,37		0,15		0,89
N (años)		8	8	8	8	8	8		8		8
Rango		26,78-127,33	0,40-10,66	7,33-46,33	0-7,92	0-1	0-2,33		0-1		1-9
LARVAS											
Media	8,75	48,60	2,44	17,25	90,60		52,37	25	68,03	20,99	3,92
EE	1,77	13,31	1,07	8,36	47,91		49,87	25	61,31	4,61	3,35
N (años)	3	3	3	3	3		2	2	3	3	2
Rango	6,5-12,25	23,42-68,68	0,3-3,6	1,27-29,50	32,05-185,57		2,5-102,25	0-50	6,07-190,66	12,55-28,44	0,57-7,28

Tabla 6. - Abundancias máximas medias de las poblaciones adultas y larvarias para el conjunto de años de seguimiento en el Parque Natural de las Sierras de Urbasa y Andía. Ssal: *Salamandra salamandra*; Lhel: *Lissotriton helveticus*; Tmar: *Triturus marmoratus*; ialp: *Ichthyosaura alpestris*; Aobs: *Alytes obstetricans*; Bspi: *Bufo spinosus*; Ecal: *Epidalea calamita*; Ppun: *Pelodytes punctatus*; Hmol: *Hyla molleri*; Rtem: *Rana temporaria*; Pper: *Pelophylax perezi*.

ellos. El número de humedales donde interanualmente fueron censadas las especies fue variable, fluctuando en las poblaciones adultas entre los 7 y 15 para *L. helveticus*, 2 y 7 para *T. marmoratus*, 7 y 11 para *I. alpestris* y 2 y 6 para *R. temporaria*. Los censos más destacados afectaron principalmente a las poblaciones de tritones. Las abundancias máximas medias presentaron diferencias muy significativas entre especies ($F_{3,10} = 10,39$; $P = 0,002$; Fig. 5), siendo la de *L. helveticus* la población con mayores densidades medias por charca, superando los 45 individuos. La de *I. alpestris* también presentó abundancias relativamente altas (Tabla 7).

Los tamaños de muestra de los humedales donde se censaron las poblaciones larvianas fluctuaron interanualmente entre 4 y 7 para *S. salamandra*, 6 y 11 para *A. obstetricans* y 5 y 11 para *R. temporaria*. Las tasas de abundancia máxima media fueron significativamente diferentes entre especies ($F_{2,9} = 23,62$; $P = 0,0002$; Fig. 5), siendo las menores las de *S. salamandra* (Tabla 7).

ZEC de Roncesvalles-Selva de Irati

Los censos en la ZEC de Roncesvalles-Selva de Irati abarcaron el periodo comprendido entre 2011 y 2018, con la excepción de 2016, año en que no pudieron realizarse. El seguimiento, expresado en forma de IKA (nº de individuos / km de cauce), se efectuó en cinco arroyos, que fueron utili-

zados de manera dispar por las poblaciones adultas de las especies, con estimaciones significativamente diferentes (véase Gosá *et al.*, 2018b). La especie más recurrente en los arroyos fue *C. asper*, detectada en todos ellos durante la mayor parte de años con abundancias máximas que superaron con frecuencia los 100 individuos / km en la mayor parte de ellos (Tabla 8). Se detectaron pocas variaciones entre años para todas las poblaciones (Gosá *et al.*, 2018b).

La detección de individuos adultos de las especies que sólo acuden al agua de los arroyos durante la estación reproductora se hizo difícil, por no coincidir plenamente el periodo de censo con su presencia en los mismos o no haberse realizado en horas nocturnas (las de máxima actividad de los anfibios), lo que sin duda habrá producido sesgos a la baja en las estimaciones. Sin embargo, la detección y censo de poblaciones larvianas en condiciones normales demostró el uso habitual que las especies hicieron de los arroyos para reproducirse. El censo de las poblaciones en fase acuática sirvió para compensar de alguna manera el déficit detectado en las poblaciones adultas, complementando las estimaciones. Como en las poblaciones adultas, las larvianas utilizaron igualmente de manera variable los cauces, produciéndose entre ellas estimaciones significativamente diferentes (véase Gosá *et al.*, 2018b). Un grupo amplio de especies (*B. spinosus*, *A. obstetricans*, *S. salamandra*, *Rana pyrenaica* Serra-Cobo, 1993) mantuvo po-

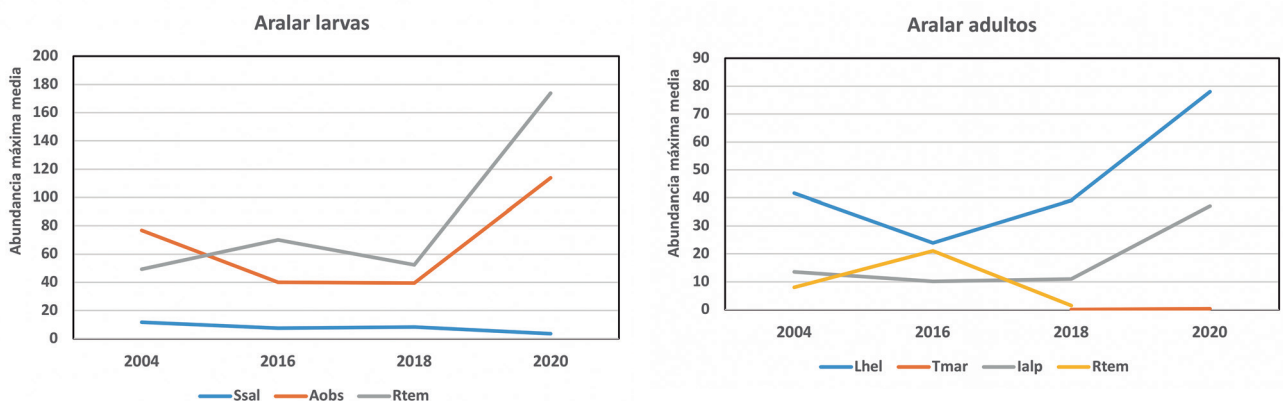


Fig. 5. - Abundancias máximas medias interanuales de las poblaciones adultas y larvianas en la ZEC de la Sierra de Aralar (20 minutos de muestreo). Ssal: *Salamandra salamandra*; Lhel: *Lissotriton helveticus*; Tmar: *Triturus marmoratus*; Ialp: *Ichthyosaura alpestris*; Aobs: *Alytes obstetricans*; Rtem: *Rana temporaria*.

ADULTOS	Ssal	Lhel	Tmar	Ialp	Aobs	Rtem
Media		45,67	1,42	17,95		10,16
EE		11,47	1,28	6,43		5,73
N (años)		4	3	4		3
Rango		23,88-78	0-4	10,12-37,14		1,5-21
LARVAS	Ssal	Lhel	Tmar	Ialp	Aobs	Rtem
Media	7,65				67,43	86,30
EE	1,65				17,71	29,54
N (años)	4				4	4
Rango	3,42-11,50				39,40-113,71	49,18-173,85

Tabla 7. - Abundancias máximas medias de las poblaciones adultas y larvianas para el conjunto de años de seguimiento en la ZEC de la Sierra de Aralar. Ssal: *Salamandra salamandra*; Lhel: *Lissotriton helveticus*; Tmar: *Triturus marmoratus*; Ialp: *Ichthyosaura alpestris*; Aobs: *Alytes obstetricans*; Rtem: *Rana temporaria*.

Arroyo	Año	IKA/Adultos						
		Ssal	Casp	Lhel	Aobs	Bspi	Rtem	Rpyr
Erlán	2011	0	193	2	2	4	2	
	2012	0	180	2	0	0	0	
	2013	0	153	0	0	0	0	
	2014	0	75	0	0	0	0	
	2015	0	128	0	0	0	0	
	2017	2	145	0	0	0	0	
	2018	0	396	13	0	0	0	
Morate	2011	0	491	0		0		0
	2012	0	0	0		0		0
	2013	0	90	9		0		0
	2014	0	42	0		0		5
	2015	0	132	5		0		5
	2017	0	24	0		0		5
	2018	9	198	0		5		0
Zabaleta	2011	0	15			2	2	0
	2012	0	0			0	0	0
	2013	0	4			4	2	0
	2014	2	0			0	0	0
	2015	0	0			20	2	0
	2017	0	4			0	0	2
	2018	11	15			9	0	2
Loibeltza	2011	50	71	29	21	17	8	4
	2012	0	50	0	0	0	0	0
	2013	0	0	8	0	0	0	0
	2014	0	0	4	0	0	0	0
	2015	0	0	37	0	8	0	0
	2017	0	33	17	0	4	4	0
	2018	17	120	50	4	95	8	54
Ler	2011	38	0	16	0	9	4	13
	2012	0	4	7	0	0	0	0
	2013	0	16	36	0	27	0	0
	2014	0	0	7	0	0	0	0
	2015	0	0	0	0	0	0	0
	2017	0	4	0	0	16	0	25
	2018	0	56	67	2	2	2	2

Tabla 8. - Abundancia máxima (IKA: nº individuos / km de cauce) interanual de las poblaciones adultas de las distintas especies en los cinco arroyos donde se realizaron los censos en la ZEC de Roncesvalles-Selva de Irati (Erlán, Morate, Zabaleta, Loibeltza y Ler). Ssal: *Salamandra salamandra*; Casp: *Calotriton asper*; Lhel: *Lissotriton helveticus*; Aobs: *Alytes obstetricans*; Bspi: *Bufo spinosus*; Rtem: *Rana temporaria*; Rpyr: *Rana pyrenaica*.

blaciones larvianas en la mayor parte de los arroyos durante el periodo censado, sin presentar variaciones apreciables a lo largo del mismo (Gosá *et al.*, 2018b). De manera recurrente se estimaron poblaciones de *B. spinosus* con más de 2.000 larvas / km, en diversos cauces (Tabla 9).

Censos de anfibios en espacios no protegidos

Valles de Aranguren y Egüés

El único enclave no protegido donde se han realizado censos para el conjunto de la comunidad anfibia se ubica

en plena matriz cerealista de la Navarra Media, caracterizada por una pérdida histórica de humedales, que ha debido debilitar sus poblaciones, y en un ambiente dominado por el uso de agroquímicos. La creación de humedales para la reproducción de anfibios, en una zona de los valles de Aranguren y Egüés muy próxima a la Cuenca de Pamplona (Fig. 1), ha tenido como objeto revertir esta sospecha de déficit en el hábitat de estas especies. La realización de censos, aunque se encuentren en su etapa inicial por lo reciente de su puesta en práctica (2017), aclarará en el futuro el estado de conservación de la comunidad.

Arroyo	Año	IKA/Larvas						
		Ssal	Casp	Lhel	Aobs	Bspi	Rtem	Rpyr
Erlán	2011	17	2		436	10476	4	164
	2012	44	0		526	7453	0	476
	2013	101	0		451	910	0	10
	2014	2	0		38	67	0	46
	2015	31	0		117	9992	0	63
	2017	10	0		134	7985	0	0
	2018	145	2		283	2218	0	52
Morate	2011	137		0	259	19		1929
	2012	52		0	401	208		623
	2013	33		0	599	42		24
	2014	0		0	0	0		14
	2015	156		0	179	0		241
	2017	57		0	208	5		245
	2018	193		9	47	28		104
Zabaleta	2011	1409			0	0		15
	2012	281			0	2		4
	2013	492			0	0		0
	2014	393			0	0		0
	2015	519			0	0		0
	2017	466			2	15		0
	2018	1099			0	0		0
Loibeltza	2011	705		0	1095	3062		37
	2012	490		0	212	2154		0
	2013	1585		0	755	8		46
	2014	62		0	237	502		17
	2015	627		0	676	432		0
	2017	245		0	1158	1627		0
	2018	427		108	950	54		4
Ler	2011	681	2	0	346	112	199	4308
	2012	141	0	0	533	4513	0	1319
	2013	647	0	22	411	2254	0	221
	2014	179	0	0	98	973	0	1103
	2015	98	0	85	480	9190	0	1299
	2017	51	0	0	636	14324	0	31
	2018	933	0	85	906	8328	0	214

Tabla 9. - Abundancia máxima (IKA: nº individuos / km de cauce) interanual de las poblaciones larvarias de las distintas especies en los cinco arroyos donde se realizaron los censos en la ZEC de Roncesvalles-Selva de Irati (Erlán, Morate, Zabaleta, Loibeltza y Ler). Ssal: *Salamandra salamandra*; Casp: *Calotriton asper*; Lhel: *Lissotriton helveticus*; Aobs: *Alytes obstetricans*; Bspi: *Bufo spinosus*; Rtem: *Rana temporaria*; Rpyr: *Rana pyrenaica*.

En los cuatro años censados el número de humedales ha fluctuado ligeramente entre 18 y 27, en función del ritmo de creación de los mismos e incluyendo todos los años un pequeño número de humedales preexistentes. Cada especie fue censada en un número variable de humedales, fluctuando entre los 11 y 18 en las poblaciones adultas de *L. helveticus*, 2 y 4 para las de *P. punctatus*, 0 y 3 para las de *B. spinosus*, 0 y 2 para las de *E. calamita*, 1 y 2 para las de *H. molleri* y 11 y 23 para las de *P. perezi*. Los bajos números de humedales en diversas especies denotaban el ritmo de acceso a las mismas, que se está produciendo

escalonadamente, lo que podría corroborar la sospecha inicial de dispersión y/o escasez en la zona. Las abundancias máximas medias no presentaron diferencias significativas entre especies a lo largo de los cuatro años ($F_{2,8} = 2,567$; $P = 0,137$; Fig. 6), siendo *P. perezi* la que alcanzó mayores densidades medias por charca, superando los 25 individuos (Tabla 10).

El número de humedales donde se censaron las poblaciones larvarias también fluctuó entre años. Las de *L. helveticus*, entre 13 y 24, las de *T. marmoratus* entre 1 y 4, las

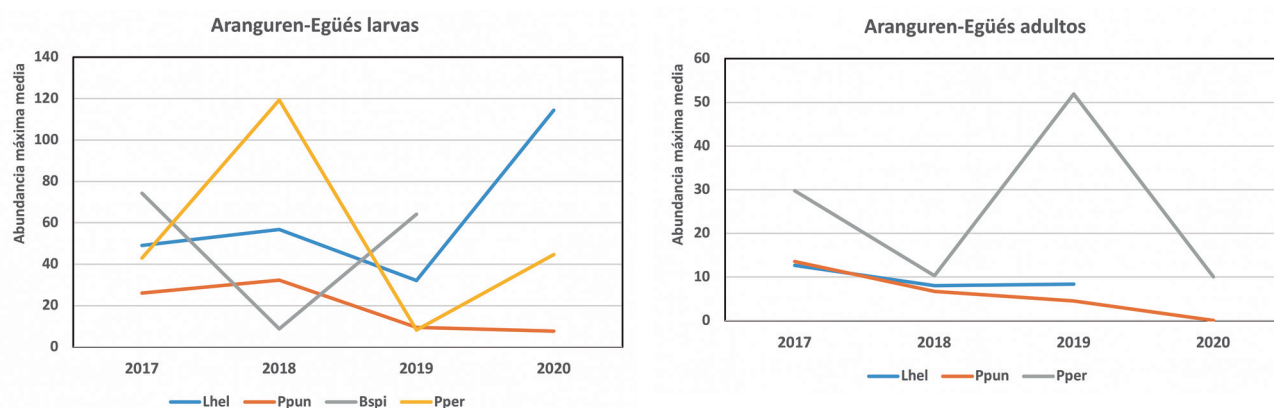


Fig. 6. - Abundancias máximas medias interanuales de las poblaciones adultas y larvarias en los valles de Aranguren y Egüés (20 minutos de muestreo). Lhel: *Lissotriton helveticus*; Ppun: *Pelodytes punctatus*; Bspi: *Bufo spinosus*; Pper: *Pelophylax perezi*.

ADULTOS	Lhel	Ppun	Bspi	Pper
Media	9,69	6,16		25,50
EE	1,48	2,81		9,93
N (años)	3	4		4
Rango	8,05-12,66	0-13,50		10,04-51,90
LARVAS				
Media	63,03	18,87	48,98	53,70
EE	17,84	6,09	20,33	23,40
N (años)	4	4	3	4
Rango	32,1-114,29	7,66-32,33	8,75-74,20	8,1-119,22

Tabla 10. - Abundancias máximas medias de las poblaciones adultas y larvarias para el conjunto de años de seguimiento en los valles de Aranguren y Egüés. Lhel: *Lissotriton helveticus*; Ppun: *Pelodytes punctatus*; Bspi: *Bufo spinosus*; Pper: *Pelophylax perezi*.

de *P. punctatus* entre 3 y 4, las de *B. spinosus* entre 3 y 5 y las de *P. perezi* entre 8 y 14. Los números de humedales utilizados para la reproducción certifican la importancia de la colonización que se está produciendo en estos primeros años de seguimiento, tras la construcción de las masas de agua. No se registraron diferencias significativas entre las respectivas abundancias medias de las especies ($F_{3,11} = 1,203$; $P = 0,354$; Fig. 6). Las mayores densidades las alcanzaron las que presentan una mayor capacidad de colonización, como *L. helveticus* y *P. perezi* (Tabla 10).

CONCLUSIONES

Para que los censos poblacionales de anfibios cumplan sus objetivos se requieren series temporales de larga duración en la recogida de datos. No existen plazos prefijados fiables que demuestren la efectividad de los mismos, por lo que poner, por ejemplo, un plazo mínimo de diez años puede resultar insuficiente (véase Montori, 2023), dada la gran variabilidad que incluso de forma natural presentan las poblaciones de muchas especies de anfibios, lo impredecible de los factores ambientales de los que dependen y la intensidad de los efectos de múltiples afecciones que continuamente se están descubriendo, que pueden reducir notablemente cuando no producir errores graves en la

interpretación de los resultados. Por todo ello, en sólo diez años de seguimiento muchos de estos fenómenos pueden quedar encubiertos o pasar entera o parcialmente desapercibidos o no suficientemente conocidos, de manera que lo más aconsejable es prolongar los censos durante decenios. Ello conlleva numerosas dificultades, que deberán ser afrontadas por los equipos de seguimiento implicados en el estudio y conservación de las poblaciones. La consecuencia más generalizada de todo esto es que los censos deben ser interpretados, en general, de forma muy prudente, aunque de ellos se deriven las necesarias y posteriores decisiones para la gestión de las poblaciones.

El seguimiento poblacional de anfibios emprendido en Navarra muestra, en términos generales, su juventud. Sólo el de *Rana dalmatina* cuenta, para alguno de sus territorios de colonización, con un par de decenios de actuación, de los que parece extraerse una interpretación de estabilidad para el conjunto de su población. El fundamento de la misma estaría en el abandono de las políticas forestales de gestión de los robledales, que parecen definitivamente eliminadas en cuanto a su sustitución por espacios cultivados, y a la recuperación emprendida con fuerza de los hábitats de reproducción, en forma de charcas de nueva creación diseminadas estratégicamente en buena parte de los territorios de las subpoblaciones regionales de la especie. La línea a seguir ya ha sido abierta, se cuenta con una serie temporal de seguimiento de cierta relevancia, que parece consolidarse desde la administración autonómica. El asentamiento del programa de conservación deberá pasar en el futuro por la conexión espacial de los núcleos poblacionales dispersos, lo que no se antoja tarea fácil, dado el modelo de ordenación territorial vigente, que ha generado extensas áreas de monocultivos que suponen barreras reales al desplazamiento natural de la especie. La recuperación de un hábitat forestal adecuado para sus requerimientos ecológicos, junto con la instalación de humedales en áreas estratégicas de interconexión, deberá ser explorada desde ahora para asegurar la vigencia y consolidación del modelo de gestión emprendido.

El censo poblacional aplicado al conjunto de especies caracterizadoras de los diversos territorios ocupados por los anfibios se encuentra diseminado por zonas de Navarra

que no alcanzan a su totalidad, pero sí al menos a partes representativas de las tres regiones biogeográficas con las que cuenta. De ello pueden extraerse interpretaciones incipientes del estado de sus poblaciones, aunque en estos casos no se cuente con censos tan prolongados como los de la especie anterior. Los censos apenas superan los diez años de edad, por lo que deben afrontarse en términos muy prudentes, por todo lo anteriormente expuesto. Generalmente ofrecen resultados que no detectan modificaciones apreciables en la situación de las poblaciones, desde el inicio de los mismos, tanto en el sentido de crecimiento como en el de decrecimiento. En algunos casos pueden apreciarse descensos significativos, que sólo podrán ser evaluados de forma correcta con la prolongación temporal de los registros. La vía abierta para el seguimiento de comunidades de anfibios en áreas no protegidas y profundamente alteradas, como la que se está poniendo en práctica en la zona de Aranguren-Egüés, necesariamente deberá consolidarse en el tiempo, pudiendo ofrecer resultados contrastables con la situación de esas mismas especies en los espacios protegidos, donde reside el mayor esfuerzo de seguimiento hasta el momento, que hace de ellos los territorios más explorados con ese objetivo.

AGRADECIMIENTOS

Especial mención a compañeros del departamento de Herpetología de la Sociedad de Ciencias Aranzadi, como Vanessa Sarasola y Añe Crespo-Díaz, que han colaborado en los censos de *Rana dalmatina*, y a los guardas de Medio Ambiente del Gobierno de Navarra, responsables del registro de datos poblacionales para el programa SARE Anfibios y para el incipiente programa de censos que se está poniendo en práctica en Zonas Especiales de Conservación. La financiación de los seguimientos realizados ha corrido a cargo del Gobierno de Navarra, que ha expedido los oportunos permisos de muestreo, y de su empresa pública Gestión Ambiental de Navarra, S.A., y localmente de ayuntamientos implicados como los de Aranguren y Egüés.

BIBLIOGRAFÍA

- Beebe, T.J.C., Griffiths, R.A., 2005. The amphibian decline crisis: A watershed for conservation biology?. *Biological Conserv.* 125, 271-285.
- Cushman, S.A., 2006. Effects of habitat loss and fragmentation on amphibians: A review and prospectus. *Biological Conserv.* 128, 231-240.
- Ficetola, G.F., Rondinini, C., Bonardi, A., Baisero, D., Padoa-Schioppa, E., 2015. Habitat availability for amphibians and extinction threat: a global analysis. *Diversity Distrib.* 21, 302-311.
- Gent, T., Gibson, S. (eds.), 2003. *Herpetofauna Workers' Manual*. Joint Nature Conservation Committee. Peterborough.
- Gosá, A., 1994. Biología reproductiva de la rana ágil, *Rana dalmatina* (Ranidae, Anura), en Navarra. *Munibe, Cienc. nat.* 46, 97-108.
- Gosá, A., 2002. Efectivos poblacionales de la Rana ágil (*Rana dalmatina*) y uso del hábitat reproductor en Navarra. *Munibe, Cienc. nat.* 53, 205-210.
- Gosá, A., 2018. Censo de tritón alpino en la ZEC sierra de Aralar. Campaña 2018. Gobierno de Navarra. Pamplona. Informe inédito, 25 pp.
- Gosá, A., 2020. Seguimiento de anfibios en charcas creadas en los valles de Egüés y Aranguren. Campaña 2020. Ayuntamiento del Valle de Egüés y Ayuntamiento de Aranguren. Informe inédito, 29 pp.
- Gosá, A., Bergerandi, A., 1994. Atlas de distribución de los Anfibios y Reptiles de Navarra. *Munibe, Cienc. nat.* 46, 109-189.
- Gosá, A., Sarasola, V., 2008. Seguimiento y determinación de la situación de *Rana dalmatina*. Campaña 2008. Gestión Ambiental, Viveros y Repoblaciones de Navarra, S.A. Pamplona. Informe inédito, 26 pp.
- Gosá, A., Sarasola, V., Crespo-Díaz, A., 2013. Seguimiento y determinación de la situación de *Rana dalmatina*. Campaña 2013. Gestión Ambiental de Navarra, S.A. Pamplona. Inédito.
- Gosá, A., Garin-Barrio, I., Fernández, A., Rubio, X., Cabido, C., 2018a. Estimación de la abundancia poblacional de tritón pirenaico en seis Zonas Especiales de Conservación de Navarra. Gobierno de Navarra. Pamplona. Informe inédito, 63 pp.
- Gosá, A., Garin-Barrio, I., Cabido, C., Laza-Martínez, A., Rubio, X., 2018b. Seguimiento de anfibios en espacios protegidos del País Vasco y Navarra. I. Parques Naturales de Izki y Valderejo (Álava). *Munibe, Cienc. nat.* 66, 129-142.
- Gosá, A., Garin-Barrio, I., Rubio, X., Laza-Martínez, A., Cabido, C., Fernández, A., 2019. Seguimiento de anfibios en espacios protegidos del País Vasco y Navarra. II. Parque Natural de las sierras de Urbasa y Andía y Zonas Especiales de Conservación de la sierra de Aralar y Roncesvalles-Selva de Irati (Navarra). *Munibe, Cienc. nat.* 67, 75-91.
- Heyer, W.R., Donnelly, M.A., McDiarmid, R.W., Hayek, L.A., Foster, M.S., 1994. *Measuring and monitoring biological diversity. Standard methods for Amphibians*. Smithsonian Institution Press. Washington and London.
- Montori, A., 2023. Seguimiento de las poblaciones de tritones torrentícolas *Calotriton asper* y *Calotriton arnoldi*, marco conceptual y casos prácticos. *Munibe Monographs. Nature Series* 5, 61-82.
- Sarasola-Puente, V., Madeira, M.J., Gosá, A., Lizana, M., Gómez-Moliner, B., 2012. Population structure and genetic diversity of *Rana dalmatina* in the Iberian Peninsula. *Conserv. Genet.* 13, 197-209.

