

**Características
reproductoras de una
población introducida de
Podarcis pityusensis.**

von

**Miguel A. Carretero, Gustavo A. Llorente,
Xavier Santos & Albert Montori**

Características reproductoras de una población introducida de *Podarcis pityusensis*

MIGUEL A. CARRETERO, GUSTAVO A. LLORENTE,
XAVIER SANTOS & ALBERT MONTORI

*Departament de Biologia Animal (Vertebrats). Facultat de Biologia.
Universitat de Barcelona. Av. Diagonal, 645. E-08028 BARCELONA (España)*

Resumen: Se analizó el ciclo reproductor de una población de lagartija de las Pitiusas (*Podarcis pityusensis*), introducida en un área urbana de la ciudad de Barcelona. La madurez sexual se alcanzó generalmente en el segundo año de vida apareciendo subadultos en primavera. El período reproductor abarcó desde abril hasta agosto, siendo una de las fenologías más tardías entre los lacértidos ibéricos. Se observaron fuertes diferencias intersexuales en el ciclo de las reservas grasas. La estrategia reproductora resultó ser más K-seleccionada que en otros representantes del género *Podarcis*, con un tamaño de puesta bajo y el tamaño de los huevos alto. Finalmente, se evalúan las características reproductoras de esta población en función de sus condicionamientos ambientales y su historia evolutiva.

Palabras clave: reproducción, Lacertidae, *Podarcis pityusensis*, población introducida.

Abstract: Reproductive traits of an introduced population of *Podarcis pityusensis*.— The reproductive cycle of the Ibiza Wall Lizard (*Podarcis pityusensis*) was analyzed for the first time in an introduced population living in an urban area of Barcelona (NE Spain). Sexual maturity reached at the second year of life since subadults could be seen in spring. Reproductive period lasted from April to August, the phenology being then one of the latest among the Iberian Lacertidae. High differences between males and females were observed in the fat bodies cycle. In comparison with other members of the genus *Podarcis* clutch size is lower and egg size is higher, hence, the reproductive strategy being more K-selected. Finally, the reproductive traits of this population are discussed in relation with the environmental shifts and the historical constraints.

Key words: reproduction, Lacertidae, *Podarcis pityusensis*, introduced population.

INTRODUCCIÓN

Podarcis pityusensis es un lacértido balear endémico del archipiélago de las Pitiusas (Ibiza, Formentera e islotes adyacentes) donde presenta una importante diferenciación microevolutiva (SALVADOR, 1984; CIRER, 1987) y se halla en una amplia variedad de biotopos incluidos los urbanos (ARNOLD & BURTON, 1978). De talla mediana a grande, esta lagartija ha demostrado, al contrario que la mayoría de especies insulares similares, una notable capacidad colonizadora, conociéndose poblaciones introducidas en el puerto de Palma de Mallorca, en Ses Illetes (MAYOL, 1985; BARBADILLO, 1987) y, quizás, en Cap Formentor (BUTTLE, 1986).

Recientemente, una nueva población introducida, aparentemente perteneciente a la subespecie nominal (CIRER, com. pers.), fue detectada en la ciudad de Barcelona (CARRETERO *et al.*, 1991), en notable paralelismo con el caso de la lagartija de Madeira (*Lacerta dugesii*) introducida en Lisboa (SA-SOUSA, 1995). Paradójicamente, aunque numerosos ejemplares de esta lagartija fueron a menudo capturados por diversos autores con fines

taxonómicos o ecológicos, existe una casi total ausencia de datos sobre el ciclo reproductor de este saurio (SALVADOR, 1985; BARBADILLO, 1987), ya que las campañas se limitaron a los meses de primavera y verano, sin realizarse nunca un seguimiento completo a lo largo de todo el año. Por otra parte, el particular estatus de conservación de la especie en su ámbito autóctono (MARTÍNEZ-RICA & CIRER, 1982; CORBETT, 1989; BLANCO & GONZÁLEZ, 1992) requeriría de una investigación a fondo en este sentido (UNIDAD DE VIDA SILVESTRE, 1984). Sin embargo, esos mismos posibles problemas de conservación, principalmente en los pequeños islotes, podrían hacer desaconsejable el sacrificio del número de individuos que este tipo de estudios requiere. Es por esto que, teniendo en cuenta el carácter introducido de la población barcelonesa, su accesibilidad y su previsible destrucción por la realización de obras de infraestructura en el momento del estudio (CARRETERO *et al.*, 1991), se planteó el llevar a cabo un estudio del ciclo y parámetros reproductores de la especie en la zona. El muestreo se llevó a cabo condicionado por las limitaciones que suponían los trabajos de

ingeniería viaria entonces en curso, que, posteriormente, supusieron una drástica disminución en esta población (primavera 1992).

MATERIAL Y MÉTODOS

La localidad de estudio se halla en pleno casco urbano de Barcelona, concretamente en la Plaça de les Glòries (UTM 31TDF3384) donde, desde hace unos 15 años, la especie ocupa (u ocupaba), en grandes densidades, solares con escombros de grandes bloques rocosos, taludes, viejos muros, etc. cubiertos por vegetación ruderal (ver CARRETERO *et al.*, 1991, para una descripción más completa del medio). El clima es de tipo mediterráneo litoral con temperaturas bastante cálidas, precipitaciones irregulares en otoño y primavera y un período de aridez en verano (temperatura media anual: 16.5°C; precipitación anual: 598.4 mm; medias de 30 años, PANAREDA & NUET, 1973).

Sólo otro lacértido, *Podarcis hispanica*, fue hallado en la misma área, siempre en mucho menor número y en zonas periféricas a la población de *P. pityusensis*, cuyos adultos fueron observados en comportamientos agonísticos frente a la primera especie (CARRETERO *et al.*, 1991, ver también SA-SOUSA, 1995). Otros saurios presentes fueron *Tarentola mauritanica* y *Hemidactylus turcicus*, ambos en escaso número. Como probables depredadores se observaron *Felis catus* y *Rattus sp.*

La actividad anual de *P. pityusensis* fue discontinua en la localidad de estudio puesto que no se observaron adultos activos entre noviembre y febrero, aunque sí ejemplares inmaduros si bien con una aparición muy esporádica (observaciones de los autores).

Un total de 145 ejemplares fueron capturados mensualmente desde marzo de 1991 hasta febrero de 1992. Entre ellos se incluyeron no sólo los animales capturados en el período de actividad sino también los hallados inactivos bajo piedras durante la diapausa invernal. Los ejemplares fueron sacrificados inmediatamente por aspiración de vapores de cloroformo. Ya en el laboratorio, se midió su longitud de cabeza y cuerpo (LCC) y se registraron los posibles caracteres sexuales secundarios. Tras la disección, se consideró adultos a los animales con gónadas activas en el período reproductor, determinándose las tallas mínimas para cada sexo. Fuera del período reproductor,

sóloamente aquellos ejemplares con LCC superiores a dichos mínimos fueron incluidos en la clase adulta.

Así, los adultos disponibles se redujeron a 60 machos y 55 hembras. Sobre ellos fueron medidas diferentes variables de significado sexual. En los machos, ambos testículos fueron pesados y se midió su longitud y anchura. También se midió el diámetro máximo de ambos epidídimos. En las hembras, se pesaron los dos ovarios y se midió el diámetro máximo de los oviductos. Los folículos ováricos y los huevos oviductales fueron asimismo contados y medidos (longitud x anchura). Para ambos sexos, se registró también el peso total de ambos cuerpos grasos. Se empleó un calibrador digital (0.01 mm de precisión) para las medidas lineales. Los pesos se midieron con una balanza digital (0.0001 g de precisión). Los volúmenes de testículos y huevos se calcularon suponiéndolos elipsoidales según la fórmula:

$$V = \frac{4}{3} \pi \frac{a}{2} \left(\frac{b}{2} \right)^2 \quad a=\text{longitud} \ ; \ b=\text{anchura}$$

Dos tipos de índices gonadosomáticos (véase CARRETERO & LLORENTE, 1991) se emplearon para estandarizar las variables indicadas anteriormente para la talla del animal (representada por la LCC) según se observa en las figuras 1 y 2. En todos los casos los errores estándar indicados son para el 95% de confianza. Por último, hay que añadir que, en el estudio de la fenología, se tuvieron en cuenta las observaciones de campo.

RESULTADOS

Tanto los análisis de los órganos reproductores como las observaciones en el campo indicaron que la época reproductora comprendía desde abril hasta agosto, con un ligero adelanto para los machos. En este período fue cuando se hallaron animales con gónadas con signos de actividad reproductora y fueron observadas cópulas, así como machos y hembras juntos en el campo.

En primavera y principios del verano fueron observados ejemplares no adultos, por lo que se considera que la madurez sexual es alcanzada (al menos) en el segundo año calendario de vida tras pasar por una fase de subadulto (ver CARRETERO & LLORENTE, 1993). Las tallas (LCC) mínimas de adulto

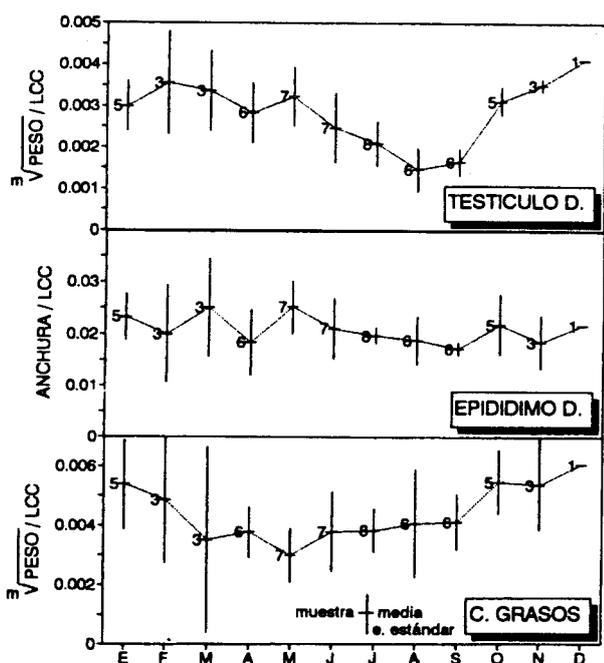


Figura 1.- Variación anual del peso testicular, el diámetro del epidídimo y el peso de los cuerpos grasos en los machos de *Podarcis pityusensis* de Barcelona.

Figure 1.- Annual variation of the testis weight, the epididymis diameter and the weight of the fat bodies in the *Podarcis pityusensis* males from Barcelona (vertical lines = standard errors, horizontal lines = means, numbers = samples).

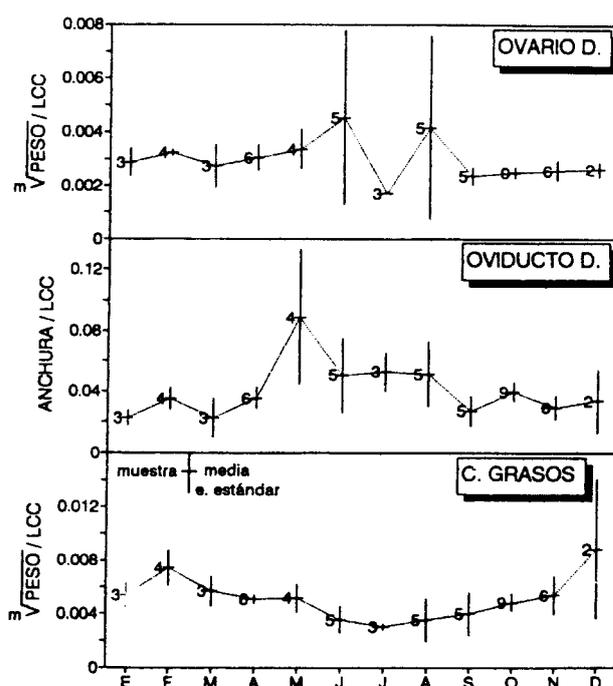


Figura 2.- Variación anual del peso del ovario y los cuerpos grasos y del diámetro del oviducto en las hembras de *Podarcis pityusensis* de Barcelona.

Figure 2.- Annual variation of the ovary and the fat bodies weights and the oviduct diameter in the *Podarcis pityusensis* females from Barcelona (vertical lines = standard errors, horizontal lines = means, numbers = samples).

fueron 49 mm para los machos y 50 mm para las hembras. En la tabla 1 se muestran la estadística descriptiva de las tallas de los adultos de ambos sexos. Los machos fueron significativamente mayores que las hembras ($t=4.06$, 113 g.d.l., $p=1.4 \cdot 10^{-4}$).

En los machos el testículo presentó, tanto en peso (figura 1) como en volumen (no representado pero idéntico), una variación estacional acentuada. El tamaño testicular comenzó a decaer gradualmente desde el mes de junio llegando a los valores mínimos en agosto y septiembre, alcanzando de nuevo valores elevados en otoño (octubre). A continuación se produjo una rápida recuperación hasta cumplir el ciclo siguiente. Se observó una ligera diferencia lateral a favor del testículo derecho (test t para datos apareados, $t=3.06$, 59 g.d.l., $p=1.7 \cdot 10^{-3}$). El epidídimo presentó diámetros mayores en la época prerreproductora y en la primera mitad del período reproductor. Es de destacar que, en esos meses, también se produjo un incremento de la dispersión de los datos (figura 1).

El ciclo del peso de los cuerpos grasos en los machos no fue inverso al testicular (no se halló ningún tipo de correlación entre ambas variables) y presentó valores bajos en la época reproductora y altos el resto del año. Se observó también un incremento de la variación en el período prerreproductor (ver figura 1).

En las hembras, fue también patente una marcada estacionalidad en el peso del ovario (figura 2). Aparecieron dos máximos, con incremento del error estándar, en junio y agosto y una depresión en julio. Fuera del período reproductor, el peso del ovario fue mucho más bajo y la variación menor. No se hallaron tampoco indicios de lateralidad significativos. El diámetro del oviducto (figura 2) alcanzó su valor más alto en mayo, valores intermedios en el resto de la época reproductora y valores muy bajos el resto del año.

Los cuerpos grasos (figura 2), siguieron en las hembras un ciclo casi inverso al gonadal si bien no se halló una correlación significativa. Las hembras presentaron más reservas grasas

Tabla 1: Valores de la longitud cabeza y cuerpo (LCC) en mm de *Podarcis pityusensis* en la zona de estudio. N = tamaño muestra, X = media; S = desviación estándar, CV = coeficiente de variación.

Table 1: Snout-vent length (SVL) values in mm of *Podarcis pityusensis* in the study area. N = sample, X = mean; S = standard deviation, CV = coefficient of variation.

CLASE	N	X	S	CV	lim(95%)	rango
machos adultos	60	62.03	6.44	10.38	± 1.63	49.06 -74.81
hembras adultas	55	57.53	4.78	8.31	± 1.26	50.00 -68.08

Tabla 2: Biometría de los folículos en vitelogénesis y de los huevos oviductales de *Podarcis pityusensis* en la zona de estudio (medidas lineales en mm y volúmenes en mm³). N = tamaño muestra, X = media; S = desviación estándar, CV = coeficiente de variación.

Table 2: Biometry of the vitellogenic follicles and the oviductal eggs of *Podarcis pityusensis* in the study area (linear measures in mm and volumes in mm³). N = sample, X = mean; S = standard deviation, CV = coefficient of variation.

	X	S	CV	lim(95%)	rango
F. VITELOGÉNESIS (N=17)					
longitud	4.15	2.64	63.76	± 1.26	2.00-9.00
anchura	3.51	2.05	58.42	± 0.98	1.80-7.60
volumen	60.54	87.67	144.81	± 41.67	3.39-272.18
H. OVIDUCTALES (N=6)					
longitud	12.55	1.03	8.21	± 0.82	11.00 -14.00
anchura	7.70	0.74	9.63	± 0.59	6.50 - 8.50
volumen	394.19	84.75	21.50	± 67.81	282.21-503.13

(casi el doble) que los machos, con una variabilidad individual menor y más constante a lo largo del año (compárense las figuras 1 y 2). Los máximos se alcanzaron en invierno.

Los folículos en vitelogénesis (tabla 2) presentaron un tamaño mínimo de 2 mm de diámetro y una forma fundamentalmente esférica. Al incrementarse su diámetro, se observó una mayor dilatación de los oviductos (figura 2). Una vez aparecieron los huevos (tabla 2), éstos adoptaron una forma elíptica adaptándose a la forma del cuerpo. En la figura 3 se representan los meses de aparición de folículos en vitelogénesis y huevos oviductales. La tabla 3 muestra los valores del tamaño de la puesta calculados a partir de ambas fuentes de información.

Uniéndolo también ambas informaciones, no se halló correlación significativa entre el tamaño de la hembra y el de su puesta (n=10). El reducido número de hembras halladas con huevos oviductales (n=2) no permitió valorar las relaciones del tamaño de la hembra con el volumen de sus huevos o de la puesta, ni detectar diferencias a lo largo de la estación reproductora. Sin embargo, los huevos de la hembra grande fueron significativamente mayores individualmente ($t=4.44$, 4 g.d.l., $p=5.6 \cdot 10^{-3}$) hasta el punto de casi duplicar el

tamaño de los de la pequeña ($V = 448.83 \text{ mm}^3$ y $LCC\text{♀} = 62.40 \text{ mm}$ frente a $V = 284.89 \text{ mm}^3$ y $LCC\text{♀} = 51.57 \text{ mm}$). Lo mismo sucedió evidentemente con el volumen total de la puesta.

La aparición de los recién nacidos se produjo desde mediados de agosto hasta septiembre. El ejemplar de menor tamaño fue capturado en agosto y midió 27.87 mm de LCC.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La colonización de Barcelona por parte de *Podarcis pityusensis* le ha supuesto sin duda el afrontar unas condiciones ambientales diferentes de las que tenía en el área autóctona. Barcelona se halla más de 2° de latitud al norte del archipiélago de las Pitiusas donde el clima es más cálido y, sobre todo, más árido (temperatura media anual: 17.5°C; precipitación anual: 422.8 mm; medias de 24 años, PANAREDA & NUET, 1973; comparar con los datos de Barcelona en el apartado de material y métodos). Por otra parte, es de suponer que las circunstancias de una situación de insularidad (clásicamente disminución de la depredación y la competencia, escasez de recursos, expansión del nicho ecológico, etc., MCARTHUR & WILSON, 1967; WILLIAMSON,

Tabla 3: Tamaño de la puesta (calculado a partir de los foliculos en vitelogénesis, de los huevos oviductales y de ambos) de las hembras de *Podarcis pityusensis* en la zona de estudio. N= tamaño muestra, X= media; S= desviación estándar, CV = coeficiente de variación.

Table 3: Clutch size (as calculated from vitellogenic follicles, oviductal eggs or both) of the *Podarcis pityusensis* females in the study area. N = number of females, X = mean; S = standard deviation, CV = coefficient of variation.

Tamaño puesta según...	N	X	S	CV	lim(95%)	rango
f. vitelogénesis	8	2.13	0.78	36.74	±0.54	1 -3
h. oviductales	2	3.00	1.00	33.33	±1.39	2 -4
ambos	10	2.30	0.90	39.13	±0.55	1 -4

1981) no se repiten en la localidad continental. En este marco, sería esperable que algunos parámetros reproductores hayan variado respecto a los presentados en su área de origen. Desgraciadamente, la información comparativa disponible se reduce a algunas observaciones circunstanciales (SALVADOR, 1985; BARBADILLO, 1987; CIRER, 1993) y algún dato obtenido en cautividad (HARLING, 1993). No obstante, cabe destacar que la fenología aquí observada presenta un retraso respecto a las de otros lacértidos del noreste ibérico, incluso del mismo género, en condiciones similares (ver LLORENTE, 1988, para *Podarcis hispanica*; CARRETERO & LLORENTE, 1991, para *Psammotromus hispanicus*; CARRETERO, 1993, para *Psammotromus algirus* y *Acanthodactylus erythrurus*). Además, en comparación con otras especies ibéricas del género *Podarcis* en climas más extremos la actividad reproductora puede considerarse también como más retrasada en el tiempo y menos marcada (PÉREZ-MELLADO, 1982; BRAÑA, 1983; GARCÍA-FERNÁNDEZ, 1990; GALÁN, 1994). Llama la atención que dicho retraso afecte especialmente al final del período reproductor, que suele oscilar poco entre localidades con diferentes características climáticas de la misma especie (CARRETERO & LLORENTE, 1991).

En primer lugar, las tallas de los adultos de *P. pityusensis* se hallan dentro de las normales para la subespecie nominal de Ibiza, que están entre las menores de la especie (CIRER, 1987) pero que siguen siendo grandes en comparación con otras *Podarcis* ibéricas como consecuencia del conocido gigantismo insular (CIRER & MARTÍNEZ-RICA, 1990) que en Barcelona parece mantenerse. La misma tendencia se observa también en la talla mínima de madurez sexual lo que provoca que se siga un patrón bianual (CARRETERO &

LLORENTE, 1993) y no anual, tal y como presenta *P. hispanica* en Barcelona (LLORENTE, 1988). Sin embargo, si se compara con otros lacértidos mediterráneos de talla equivalente presentes en el NE ibérico como *Psammotromus algirus* o *Acanthodactylus erythrurus* (véase CARRETERO & LLORENTE, 1993), se observa que *P. pityusensis* madura a tallas sensiblemente inferiores lo cual parece concordar con el carácter secundario del incremento de talla en esta línea evolutiva.

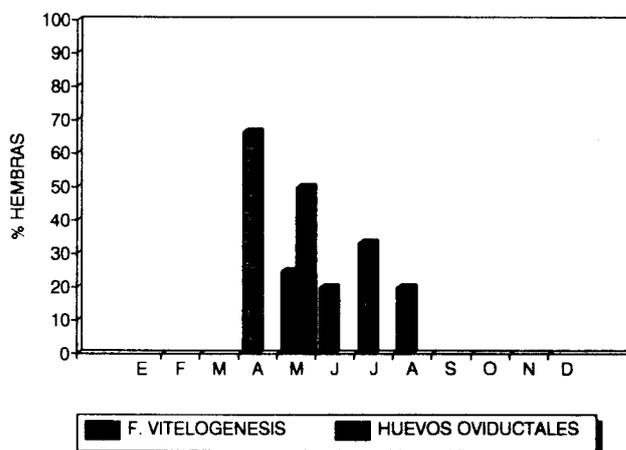


Figura 3.- Porcentaje de hembras con foliculos en vitelogénesis y huevos oviductales a lo largo del año en *Podarcis pityusensis* de Barcelona.

Figure 3.- Percentage of females with vitellogenic follicles and oviductal eggs throughout the year in *Podarcis pityusensis* from Barcelona.

El ciclo testicular de los machos muestra un patrón típico de otros saurios de zonas templadas con espermatogénesis de tipo mixto (SAINT-GIRONS, 1963, 1984; FITCH, 1970; BONS & SAINT-GIRONS, 1982; MARION, 1982) entre los que se incluyen muchos lacértidos (BRAÑA, 1983; CARRETERO & LLORENTE, 1991). Respecto a otras *Podarcis* ibéricas (ver trabajos antes reseñados al

inicio de este apartado) se observa una variación más suave en el tamaño testicular y una regresión que se mantiene hasta septiembre (y no sólo hasta julio-agosto). En *Podarcis spp.* parece que, independientemente de si los adultos están activos o en diapausa, es en la época prerreproductora cuando se alcanzan los tamaños testiculares mayores en todos los casos. Las mayores variaciones se producen en el proceso de regresión. Dentro de la misma especie, la pendiente de la regresión suele ser más brusca en las poblaciones sometidas a climas más extremos (CARRETERO & LLORENTE, 1991; BRANA *et al.*, 1990), pero el momento de la regresión en sí suele mantenerse muy constante merced a un determinismo probablemente endógeno (véanse JOLY & SAINT-GIRONS, 1975, en *Podarcis muralis* y ANGELINI *et al.*, 1976, en *P. sicula*). Los resultados aquí obtenidos evidencian que tal fenómeno no acontece al sobrepasar el nivel de especie pues *P. pityusensis* presenta un período de regresión más tardío que sus congéneres de climas continentales. Lo mismo ocurre respecto a *P. hispanica* en Barcelona (LLORENTE, 1988). Si ello es debido a un proceso de aclimatación de la especie a las nuevas condiciones o si es una característica endógena de la especie, tan sólo podría deducirse a través de un estudio comparativo en su área de origen.

El patrón observado en la variación del epidídimo con diámetros grandes ya en otoño y no sólo en la época reproductora es raro en lacértidos pero sería similar al observado en algunas especies mediterráneas como *Lacerta laevis* (HRAOUI-BLOQUET & BLOQUET, 1988) y *Lacerta lepida* (CASTILLA & BAUWENS, 1990). Correspondería a la acumulación de espermatozoides en el epidídimo procedentes de la espermatogénesis otoñal que, en otras especies, no llega a producirse ya que ésta se aborta en el testículo (ANGELINI *et al.*, 1979; BONS & SAINT-GIRONS, 1982).

En las hembras, el incremento del peso del ovario ocasionado por la vitelogénesis muestra también un cierto retraso no sólo frente a otras *Podarcis* ibéricas (PÉREZ-MELLADO, 1982; BRANA, 1983; GARCÍA-FERNÁNDEZ, 1990; GALÁN, 1994) sino también respecto a otros lacértidos del área (CARRETERO & LLORENTE, 1991; CARRETERO, 1993) incluido el muy termófilo *Acanthodactylus erythrurus* (CARRETERO, 1993). Lógicamente, tras las primeras puestas en mayo,

detectadas por la presencia de huevos oviductales y un incremento previo del diámetro del oviducto, se produce un aumento de la variabilidad en el tamaño del ovario motivado por la asincronía entre hembras en diferentes estados (en diferentes grados de vitelogénesis, próximas a la ovoposición y con cuerpos lúteos, etc.). Como ya ocurría en el ciclo testicular, se evidencia un retraso del final de la reproducción en comparación con otras especies de *Podarcis*, incluso con las que viven en climas continentales (ver referencias). En efecto, ha sido el único lacértido mediterráneo observado reproduciéndose en agosto. También en este caso se ha detectado una regresión simultánea con un control endógeno dentro de cada especie (BOTTE *et al.*, 1976, CARRETERO & LLORENTE, 1991) pero la variación interespecífica aguarda ser explicada. En cuanto al inicio de la reproducción, las hembras de *P. pityusensis* son también más tardías que las de *P. hispanica* en Barcelona (LLORENTE, 1988) pero no parecen demasiado diferentes de las de *Acanthodactylus erythrurus* en otras localidades catalanas (CARRETERO, 1993) como corresponde a una especie más termófila.

El período de puesta es de nuevo más tardío que lo que indican las escasas observaciones de campo en Baleares (SALVADOR, 1985; BARBADILLO, 1987; CIRER, 1993). La prolongación de este período a lo largo de cuatro meses (mayo-agosto) podría permitir la existencia de segundas puestas para las hembras más precoces que generalmente suelen ser los animales mayores (ETHERIDGE *et al.*, 1986; SEVA, 1982). No existen sin embargo datos que confirmen este extremo pero, en cautividad, se han detectado hasta 4 puestas en una temporada (HARDLING, 1993).

El período de gestación (desde las primeras cópulas a las primeras puestas) se estima en 25-30 días aproximadamente y el de incubación (desde las primeras puestas a los primeros nacimientos) en unos 70-75 días. La estimación de CIRER (1993) de 2 meses de gestación parece exagerada. Sin embargo, tanto la aparición de juveniles en Ibiza en julio referenciada por dicha autora como los tiempos de incubación en cautividad (6 semanas a 28°C, según HARDLING, 1993) podrían indicar un alargamiento del período de desarrollo debido a la temperatura más baja en Barcelona (KJAERGAARD, 1982; HEULIN *et al.*, 1991) donde los juveniles aparecen un mes más tarde. Además, evidentemente, hay

que recordar que las puestas se inician más tarde. No obstante, se trata de un período de incubación bastante corto para un lacértido de este tamaño (CARRETERO, 1993).

Como es bien sabido los cuerpos grasos representan una importante fracción de reservas energéticas rápidamente movilizables (DERIKSON, 1976) que, en los lacértidos de zonas templadas (BRANA, 1983) se acumulan en verano-otoño (época postreproductora) y se consumen en primavera-verano (épocas prerreproductora y/o reproductora) pero no en el período invernal (con diapausa). El comportamiento de ambos sexos es, sin embargo, diferente. Los machos consumen sus reservas antes que las hembras en la actividad prerreproductora y reproductora que implica búsqueda de pareja, cópulas, interacciones con competidores, etc..., pero muy poco en la producción de espermatozoides que resulta comparativamente "barata" energéticamente (DERIKSON, 1976). La fuerte variación entre individuos machos de las reservas puede estar asociada a la existencia de individuos dominantes y subordinados. Estos últimos, de esta manera, afrontarían el inicio de la reproducción en peores condiciones. Algunos indicios parecen confirmarlo. Por una parte, existe un fuerte dimorfismo sexual en esta especie (CIRER & MARTÍNEZ-RICA, 1990; datos de este estudio). Por otra, una fuerte agresividad ha sido detectada en esta especie (BARBADILLO, 1987; HARDLING, 1993; obs. pers.) en relación con sus elevadas densidades poblacionales (UNIDAD DE VIDA SILVESTRE, 1984) manifestándose en una elevadísima tasa de regeneración caudal y de amputaciones de dedos (CIRER, 1987; datos propios).

Las hembras, por su parte, movilizan las reservas más tardíamente que los machos en la primera vitelogenénesis. La formación de los huevos en una primera (o única) puesta precoz supone un importante esfuerzo energético en un período de escasez de recursos (HAHN & TINKLE, 1965) pero también la oportunidad de que los descendientes eclosionen antes y sean más viables (SINERVO, 1990). No ocurre así con las puestas sucesivas más tardías si es que se producen.

En cuanto patrón de puesta, *P. pityusensis* se muestra claramente diferente de otras especies del género (ESCARRE & VERICAD, 1981; PEREZ-MELLADO, 1982; BRANA, 1983; BARBADILLO, 1987; LLO-

RENTE, 1988; GARCÍA-FERNÁNDEZ, 1990; GALÁN, 1994), salvo quizá *P. lilfordi* (BARBADILLO, 1987), puesto que sus huevos son más grandes en relación con la talla corporal y su tamaño de puesta es en cambio más reducido (DEARING & SCHALL, 1994; HASEGAWA, 1994). Pese a lo escaso de la muestra disponible, los resultados parecen apuntar a que el tamaño del huevo varíe fuertemente con la talla de la hembra, hecho que tampoco ocurre en otras *Podarcis*. Puede entonces considerarse a esta especie como más desplazada hacia a una estrategia K (PIANKA, 1970) aunque el esfuerzo reproductor se mantenga muy similar. En este sentido, se hallaría en una posición intermedia entre los lacértidos de similar talla *Psammotromus algirus* y *Acanthodactylus erythrurus* en localidades cercanas (CARRETERO, 1993). La tendencia en las hembras mayores a producir huevos más grandes en vez mayor número de huevos ha sido interpretada como una adaptación a ambientes de mayor predictibilidad de recursos (STEWART, 1979; FRANKENBERG & WERNER, 1992). De huevos más grandes pueden eclosionar juveniles más grandes con mayores probabilidades de supervivencia en un medio estable (SINERVO, 1990). Esta es la tendencia observada en algunas líneas evolutivas de lacértidos evolucionadas en condiciones de estabilidad (p. e. *Acanthodactylus*, ARNOLD, 1993) en las cuales puede considerarse como un carácter plesiomórfico. Sin embargo, en *Podarcis*, género de origen mediterráneo (ARNOLD, 1989), puede considerarse como un carácter derivado adquirido en tiempos más recientes por adaptación a las condiciones de insularidad. Así, mientras el género puede tener unos 20-18 m.a. (BÖHME & CORTI, 1993) su invasión de Baleares es post-Mesiniense (7-5 m.a., ALCOVER *et al.*, 1981). *P. lilfordi* del archipiélago gimnésico, especie hermana o quizás conespecífica de *P. pityusensis* (BISCHOFF, 1973; RAMÓN *et al.*, 1986) parece compartir el mismo tipo de estrategia reproductora (BARBADILLO, 1987).

Ahora bien ¿puede asumirse que tales condiciones de estabilidad se dan en las islas? Más bien al contrario a las irregularidades anuales propias de los ecosistemas mediterráneos (HENRI, 1977) se añaden las que se producen en las islas motivadas por su reducida extensión (WILLIAMSON, 1981) lo que produce a menudo fuertes fluctuaciones demo-

gráficas, que son más evidentes en los pequeños islotes (UNIDAD DE VIDA SILVESTRE, 1984; MARTÍNEZ-RICA & CIRER, 1982). Todos los indicios parecen pues señalar hacia otras explicaciones alternativas. Es comúnmente aceptado que en el medio insular existe un descenso considerable de la tasa de depredación, lo cual puede permitir mayores densidades de población pero incrementa la importancia de la competencia intraespecífica en situaciones de escasez de recursos (WILLIAMSON, 1981). Esta se manifestaría en dos vertientes: por un lado, la competencia entre adultos, principalmente machos, conduciría al ya mencionado gigantismo e incremento del dimorfismo sexual (CIRER & MARTÍNEZ-RICA, 1990); por otro, en tales condiciones se esperaría una mayor incidencia del canibalismo (HARDLING, 1993), de manera que un recién nacido de mayor tamaño, además de las ventajas consustanciales que comporta una mayor talla, se vería más favorablemente seleccionado en estas condiciones. Evidentemente, el número de juveniles sería menor (obs. pers.) y, dado que en ellos recae la colonización de nuevas áreas (LECOMTE, 1992; MASSOT, 1992), esto podría explicar el bajo potencial expansivo manifestado por esta colonia (CARRETERO *et al.*, 1991; una situación similar se produce con *Lacerta dugesii* en Lisboa, SA-SOUSA, 1995).

¿Existe una desviación de los parámetros reproductores en Barcelona respecto al medio insular? Ya se ha mencionado que se carece en gran medida de datos comparativos en las Pitiusas, pero los pocos que existen llevan a considerar que, en cuanto a fenología, puede existir un retraso al pasar a un clima más frío debido al carácter termófilo de la especie (PÉREZ-MELLADO & SALVADOR, 1981). Sin embargo, la estrategia reproductora más decantada hacia el tipo K parece mantenerse como en su área de origen, revelándose como un carácter conservador. No obstante, existe una acuciante necesidad de estudios que profundicen estos y otros aspectos en el territorio insular.

Agradecimientos

A Nuria Marí y a Leticia Mateo por su colaboración en el trabajo de laboratorio y a dos revisores por la mejora en la calidad del manuscrito original. El estudio fue llevado a cabo gracias a un "Ajut a programes de recerca d'abast comarcal" concedido por la CIRIT

(Generalitat de Catalunya). Los ejemplares fueron capturados con el permiso de caza científica nº 2531 de la Direcció General de Política Forestal, Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca de la Generalitat de Catalunya.

REFERENCIAS

- ALCOVER, J. A.; MOYÀ-SOLÀ, S. & PONS-MOYÀ, J. (1981): *Les quimeres del passat. Els vertebrats fòssils del Plo-Quaternari de les Balears i Pitiüses*. (Monografies Científiques 1) Ed. Moll. Citutat de Mallorca.
- ANGELINI, F.; BRIZZI, R. & BARONE, C. (1979): The annual spermatogenic cycle of *Podarcis sicula campestris* De Betta (Reptilia Lacertidae). I The spermatogenic cycle in nature. *Monitore zool. ital.* (N.S.), 13: 279-301.
- ANGELINI, F.; PICARIELLO, O. & BOTTE, V. (1976): Influence of photoperiod and temperature on the testicular activity of the lizard, *Lacerta sicula sicula* Raf. *Boll. Zool.*, 43: 111-113.
- ARNOLD, E. N. (1989): Towards a phylogeny and biogeography of the Lacertidae: relationships within an Old-World family of lizards derived from morphology. *Bull. Br. Mus. Nat. Hist. (Zool.)*, 55(2): 209-257.
- ARNOLD, E. N. & BURTON, J. A. (1978): *A field guide to the reptiles and amphibians of Britain and Europe*. Collins. London.
- BARBADILLO, L. J. (1987): *La guía de Incafo de los Anfíbios y Reptiles de la Península Ibérica, Islas Baleares y Canarias*. INCAFO. Madrid. 694 pp.
- BISCHOFF, W. (1973): Lacertenbastarde. *Zool. Garten*, 43: 278-291.
- BLANCO, J. C. & GONZÁLEZ, J. L. (Eds.) (1992): *Libro rojo de los vertebrados de España*. Publicaciones del ICONA. Madrid. 714 pp.
- BÖHME, W. & CORTI, C. (1993): Zoogeography of the lacertids of the western Mediterranean basin. 11-13 pp, in: *Lacertids of the Mediterranean region. A biological approach*. E. D. Valakos, W. Böhme, V. Pérez-Mellado & P. Maragou (eds.). Athens, Bonn, Alicante.
- BONS, J. & SAINT-GIRONS, H. (1982): Le cycle sexuel des reptiles au Maroc et ses rapports avec la répartition géographique et le climat. *Bull. Soc. Zool. France*, 107(1): 71-86.
- BOTTE, V.; ANGELINI F.; PICARIELLO, O. &

- MOLINO, R. (1976): The regulation of the reproductive cycle of the female lizard *Lacerta sicula sicula* Raf. *Monitore zool. ital.* (N.S.), 10: 119-133.
- BRAÑA, F. (1983): La reproducción en los Saurios de Asturias (Reptilia: Squamata): ciclos gonadales, fecundidad y modalidades reproductoras. *Revista de Biología de la Universidad de Oviedo*, 1(1): 29-50.
- BUTTLE, D. (1986): Amphibians and reptiles on the Spanish island of Mallorca. *British Herp. Soc. Bull.*, 18: 22-28.
- CARRERERO, M. A. (1993): *Ecología de los lacértidos en arenales costeros del noreste ibérico*. Tesis doctoral. Universidad de Barcelona. 495 pp.
- CARRERERO, M. A.; ARRIBAS, O.; LLORENTE, G. A.; MONTORI, A.; FONTANET, X.; LLORENTE, C., SANTOS, X. & RIVERA, J. (1991): Una población de *Podarcis pityusensis* en Barcelona. *Boletín de la Asociación Herpetológica Española*, 2: 18-19.
- CARRERERO, M. A. & LLORENTE, G. A. (1991): Reproducción de *Psammmodromus hispanicus* en un arenal costero del noreste ibérico. *Amphibia-Reptilia*, 12 (4): 395-408.
- CARRERERO, M. A. & LLORENTE, G. A. (1993): Morfometría en una comunidad de lacértidos mediterráneos, y su relación con la ecología. *Historia Animalium*, 2: 77-79.
- CIRER, A. M. (1987): *Revisión taxonómica de las subespecies del lacértido Podarcis pityusensis, BOSCA, 1883*. Tesis doctoral. Universidad de Barcelona. 445 pp.
- CIRER, A. M. (1993): Las lagatijas. 241-252 pp, in: *Guía de la naturaleza de Eivissa y Formentera*. Diario de Ibiza. Mahó.
- CIRER, A. M. & MARTÍNEZ-RICA, J. P. (1990): The polymorphism of *Podarcis pityusensis* and its adaptative evolution in Mediterranean isles. *Herpetological Journal*, 1: 465-473.
- CORBETT, K. (1989): *Conservation of European Reptiles and Amphibians*. Christopher Helm. London. 274 pp.
- DEARING, M. D. & SCHALL, J. J. (1994). Atypical Reproduction and Sexual Dimorphism of the Tropical Bonaire Island Whiptail Lizard, *Cnemidophorus murinus*. *Copeia* 1994(3): 760-766.
- DERIKSON, W. K. (1976): Lipid storage and utilization in reptiles. *Amer. Zool.*, 16: 711-726.
- ESCARRÉ, A. & VERICAD, J. R. (1981): *Cuadernos de la Fauna Alicantina I. Saurios y Ofidios*. Diputación de Alicante. 101 pp.
- ETHERIDGE, K.; WIT, L. C.; SELLERS, J. C. & TRAUTH, S. E. (1986): Seasonal changes in reproductive condition and energy stores in *Cnemidophorus sexlineatus*. *J. Herpetol.*, 20: 554-559.
- FITCH, H. S. (1970): *Reproductive cycles in lizards and snakes*. Mus. Nat. Hist. Univ. Kansas, Miscellaneous Publ. 52, 247 pp.
- FRANKEMBERG, E. & WERNER, Y. (1992): Egg, clutch and maternal sizes in lizards: intra- and interspecific relations in Near-Eastern Agamidae and Lacertidae. *Herpetological Journal*, 2: 7-18.
- GALÁN, P. (1994): *Demografía y dinámica de una población de Podarcis bocagei*. Tesis doctoral. Universidad de Santiago de Compostela. 390 pp.
- HAHN, E. W. & TINKLE, D. W. (1965): Fat body cycling and experimental evidence for its adaptative significance to ovarian follicle development in the lizard *Uta stansburiana*. *J. Exp. Zool.*, 158: 79-86.
- HARLING, R. (1993): Successful keeping and breeding *Podarcis pityusensis* in indoor vivaria. *British Herp. Soc. Bull.* 44: 38-40.
- HASEGAWA, M. (1994). insular Radiation in Life History of the Lizard *Eumeces okadae* in the Izu Islands, Japan. *Copeia* 1994(3): 732-747.
- HENRI, P. M. (1977): The Mediterranean. *Ambio*, 6(6): 1-19.
- HEULIN, B.; OSENEGG, K. & LÉBOUBIER, M. (1991): Timing of embryonic development and birth dates in oviparous and viviparous strains of *Lacerta vivipara*: testing the predictions of an evolutionary hypothesis. *Acta OEcologica*, 12(4): 517-528.
- KJAERGAARD, J. (1982): Relations between temperature and incubation time for eggs of the Sand Lizard (*Lacerta agilis* L.). *Amphibia-Reptilia*, 2(4): 385-386.
- JOLY, J. & SAINT-GIRONS, H. (1975): Influence de la température sur la vitesse de la spermatogenèse, la durée de l'activité spermatogénétique et l'évolution des caractères secondaires du lézard des murailles, *Lacerta muralis* L. (Reptilia, Lacertidae). *Archives d'Anatomie microscopique*, 6(4): 317-336.
- LECOMTE, J. (1992): Facing a new environment: ability to disperse in the common lizard (*Lacerta vivipara*). 297-300 pp, in: *Proc. Sixth Ord. Gen. Meet. S. E. H. Kor-*

- sos, Z. & Kiss, I. (eds.). Budapest.
- LLORENTE, C. (1988): *Contribución al conocimiento de la biología de una población de lagartija común (Podarcis hispanica STEINDACHNER, 1870)*. Tesis de licenciatura. Universidad de Barcelona. 333 pp.
- MARION, K. R. (1982): Reproductive cues for gonadal development in temperate reptiles: Temperature and photoperiod effects on the testicular cycle of the lizard *Sceloporus undulatus*. *Herpetologica*, 38(1): 29-39.
- MARTÍNEZ-RICA, J. P. & CIRER, A. M. (1982): Notes on some endangered species of the spanish herpetofauna. I: *Podarcis pityusensis*. *Biological Conservation*, 22: 295-314.
- MASSOT, M. (1992). Movement patterns of the common lizard (*Lacerta vivipara*) in relation with sex and age. pp., 315-319, in: *Proc. Sixth Ord. Gen. Meet. S. E. H.* Korsos, Z. & Kiss, I. (eds.) Budapest.
- MAYOL, J. (1985): *Rèptils i amfibis de les Balears*. Ed. Moll, Palma de Mallorca. 234 pp.
- MCARTHUR, R. H. & WILSON, O. E. (1967): *Theory of Island Biogeography*. University of Princeton Press. Princeton.
- PANAREDA, J. M. & NUET, J. (1973): El clima i les aigües dels Països Catalans. pp. 69-102, in: *Geografia Física dels Països Catalans*. Ed. Ketres, Barcelona. 223 pp.
- PÉREZ-MELLADO, V. (1982): Algunos datos sobre la reproducción de dos especies de Lacertidae (Sauria, Reptilia) en el Sistema Central. *Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Biol.)*, 80(3/4): 164-173.
- PÉREZ-MELLADO, V. & SALVADOR, A. (1981): Actividad y termorregulación estival de *Podarcis pityusensis* Boscá, 1883 (Sauria: Lacertidae) en Ibiza y Formentera. *Amphibia-Reptilia*, 2: 181-186.
- PIANKA, E. R. (1970): On r and K selection. *Am. Nat.*, 104: 592-597.
- RAMÓN, M.; TERRASSA, B.; ARRANZ, M. J. & PETITPIERRE, E. (1986): Genetic Variation in the Insular Populations of the Balearic Lizard *Podarcis lilfordi*. 243-248 pp, in: *Studies in Herpetology*. Z. Roček (ed.). Prague.
- SALVADOR, A. (1984): A Taxonomic Study of the Ibiza Wall Lizard, *Podarcis pityusensis*, Boscá, 1883. pp. 393-427, in: Kuhbier, H. *et al.* (eds.) *Biogeography and Ecology of the Pityusic Islands*. Dr. Junk. The Hague.
- SAINT-GIRONS, H. (1963): Spermatogénèse et évolution cyclique des caractères sexuels secondaires chez les Squamata. *Ann. Sci. Nat. Zool.*, 12^a Ser.5: 461-476.
- SAINT-GIRONS, H. (1984): Les cycles sexuels des lézards mâles et leurs rapports avec le climat et les cycles reproducteur des femelles. *Annales des Sciences Naturelles. Zoologie. Paris*, 6: 221-243.
- SALVADOR, A. (1985): *Guía de campo de los anfibios y reptiles de la Península Ibérica, islas Baleares y Canarias*. A. Salvador Ed. León. 212 pp.
- SA-SOUSA, P. (1995): The introduced Madeiran lizard, *Lacerta (Teira) dugesii* in Lisbon. *Amphibia-Reptilia*, 16: 211-214.
- SEVA, E. (1982): *Taxocenosis de lacértidos en un arenal costero alicantino*. Tesis doctoral. Universidad de Alicante. 317 pp.
- SINERVO, B. (1990): The evolution of maternal investment in lizards: an experimental and comparative analysis of egg size and its effects on offspring performance. *Evolution*, 44: 279-294.
- STEWART, J. R. (1979): The balances between number and size of young in the liver bearing lizards *Gerrhonotus coeruleus*. *Herpetologica* 35: 342-350.
- UNIDAD DE VIDA SILVESTRE (1984): Cuantificación de algunas poblaciones insulares de lacértidos. *Boletín de la Estación Central de Ecología*, 13(26): 73-79.
- WILLIAMSON, M. (1981): *Island Populations*. Oxford University Press. Oxford.

Recibido: 11/11/94

Aceptado: 17/02/95