

# Avaluació demogràfica de la tortuga mediterrània (*Testudo hermanni hermanni*) al Parc Natural del Garraf (2007-2010)

Joaquim Soler, Albert Martínez Silvestre, Francesc Marquès, Roger Tarín i Cristina Portabella  
Centre de Recuperació d'Amfibis i Rèptils de Catalunya (CRARC)

Josep R. Torrentó  
Parc del Garraf. Diputació de Barcelona. Laborat

## Resum

Des de l'any 1992, la tortuga mediterrània és present al Parc del Garraf dins d'un projecte de reintroducció. Fins ara han estat alliberades 3.419 tortugues en tot el parc, de les quals 1.110 eren cries. I s'hi han detectat gairebé 200 cries nascudes. Sobre la base del Pla de conservació, l'estudi té per objectiu valorar-ne la reintroducció en aquest territori i conèixer l'evolució de la població; també s'hi estudia la primera àrea on es van alliberar 1.120 exemplars. Per al 2007 s'estimava que la població era de 1.611 individus; per al 2008 i 2009, de 1.477, i, finalment, per al 2010, de 1.411. Amb 12,59 individus per hectàrea aquest darrer any –un valor positiu pel que fa al seu estat, especialment si es compara amb la resta de poblacions d'Espanya–, l'estudi pot tenir una lectura optimista.

### Paraules clau

*Testudo hermanni hermanni*, reintroducció, abundància, adaptació, gestió, conservació, Parc del Garraf

## Resumen

### Evaluación demográfica de la tortuga mediterránea (*Testudo hermanni hermanni*) en el Parque Natural del Garraf (2007-2010)

Desde el año 1992, la tortuga mediterránea está presente en el Parque del Garraf dentro de un proyecto de reintroducción. Hasta ahora han sido liberadas 3.419 tortugas en todo el parque, de las que 1.110 eran crías. Y se han detectado casi 200 crías nacidas. Sobre la base del Plan de conservación, el estudio tiene por objeto valorar su reintroducción en este territorio y conocer la evolución de la población; también se estudia la primera área donde se liberaron 1.120 ejemplares. Para 2007 se estimaba que la población era de 1.611 individuos; para 2008 y 2009, de 1.477, y, finalmente, para 2010, de 1.411. Con 12,59 individuos por hectárea para este último año –un valor positivo en lo que se refiere a su estado, especialmente si se compara con el resto de poblaciones de España–, el estudio puede tener una lectura optimista.

### Palabras clave

*Testudo hermanni hermanni*, reintroducción, abundancia, adaptación, gestión, conservación, Parque del Garraf

## Abstract

### Demographic Assessment of the Western Hermann's Tortoise (*Testudo hermanni hermanni*) in the Garraf Natural Park (2007-2010)

The Western Hermann's Tortoise has been present in the Garraf Park since 1992 as a result of a reintroduction project. So far, 3,419 tortoises have been released into the park, 1,110 of which were babies. In addition, two hundred newborn tortoises have been identified. On the basis of the Conservation Plan, the aim of the study is to assess their reintroduction into this territory and find out about the population's evolution; also studied is the first area where 1,120 tortoises were released. It was estimated that the tortoise population was 1,611 in 2007, 1,477 in 2008 and 2009 and, finally, 1,411 in 2010. The fact that there were 12.59 tortoises per hectare in 2010 – a positive figure in terms of their status, especially when compared to other populations in Spain – means that an optimistic reading can be made of the study.

### Keywords

*Testudo hermanni hermanni*, reintroduction, abundance, adaptation, management, conservation, Garraf Park

## Introducció

### La tortuga mediterrània

La tortuga mediterrània (*Testudo hermanni*) és un queloni europeu d'àmbit mediterrani. De manera generalitzada, hi ha reconegudes dues subespècies, que es reparteixen el territori europeu en dues meitats: la subespècie nominal *hermanni* (Gmelin, 1789), que s'estén des de la costa oriental d'Itàlia fins a Catalunya, i la subespècie *boettgeri*, que es troba a la resta de territoris (Mojsisovics, 1889).

A Catalunya, les darreres poblacions naturals de l'espècie queden delimitades a la serra de l'Albera. Pel que fa a les poblacions reintroduïdes, trobem les del delta de l'Ebre (1987), el Parc Natural del Garraf (1992) i el Parc Natural de la Serra del Montsant (2005). Totes quatre poblacions es troben sota projectes de conservació.

Hi ha nombroses citacions puntuals arreu de Catalunya de poblacions de tortugues fugides, introduïdes sense control o assilvestrades (figura 1).

### Amenaces

La transformació dels terrenys favorables per a

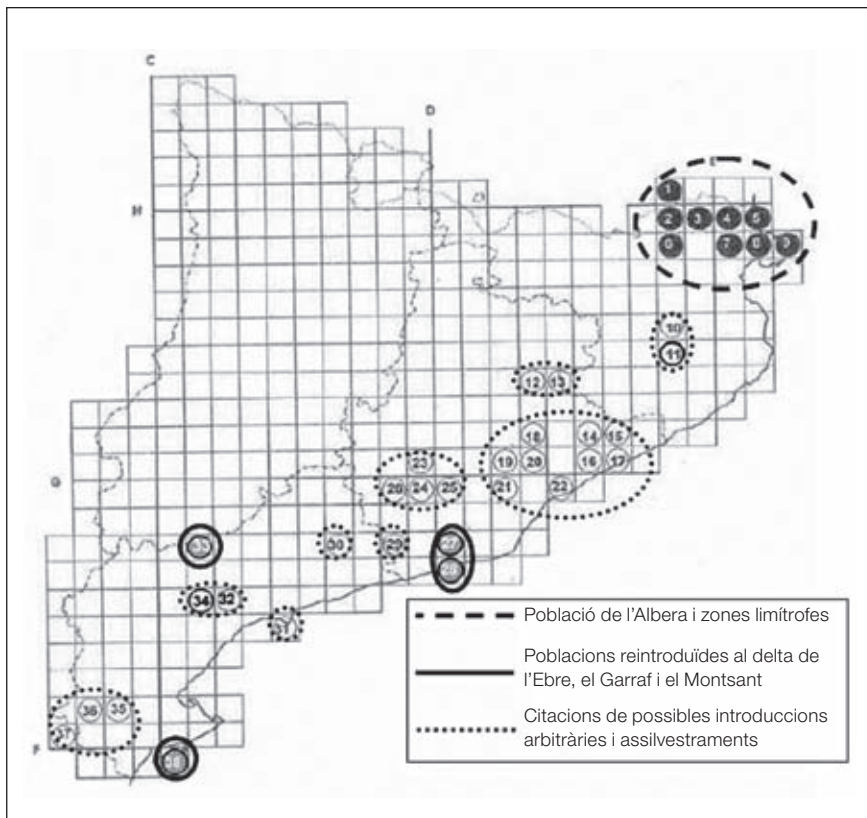
una producció més alta de productes de consum alimentari, tant vegetal com animal, va canviar la fesomia de les zones que habitaven les tortugues entre els segles XVII i XIX (Soler i Martínez, 2005).

La pressió dels incendis s'ha fet palès en les darreres àrees que ocupa la tortuga mediterrània a Catalunya, tant si es tracta de zones naturals com si són zones on s'ha reintroduït. Tanmateix, el problema del segle XX no és un incendi, sinó desenes d'incendis repetits en poc temps en àrees on hi ha molt poques tortugues (Soler i Martínez, 2005).

La fragmentació del territori aïlla els efectius, els dispersa i crea petits nuclis. A la llarga, les activitats antròpiques que propicien l'aïllament de les poblacions poden derivar en una baixa diversitat genètica.

A tota la problemàtica que genera l'eliminació dels hàbitats adients per a la subsistència, cal afegir-hi l'interès que va despertar la tortuga mediterrània com a mascota a mitjan segle XX, amb la captura d'exemplars salvatges amb finalitats comercials (Soler i Martínez, 2005).

A tot això, cal afegir-hi la depredació que pateix l'espècie en el marc de les relacions ecològiques que l'afecten. Entre les espècies que depreden tortugues mediterrànies, destaquen el



**Figura 1.** Mapa de presència de *Testudo hermanni* a Catalunya.

senglar (*Sus scrofa*), però també les espècies domèstiques ensalvatgides com el gos (*Canis familiaris*). Aquesta depredació afecta sobretot els ous i els nounats de fins a sis anys aproximadament, que és l'edat en què la closca ja ha assolit una bona consistència (Soler i Martínez, 2007).

### Projecte de reintroducció al Parc Natural del Garraf

A Catalunya, l'espècie és sotmesa a decrets, ordres i lleis des de l'any 1973. Actualment, se'n prohibeix la caça, la captura, la tinença, el tràfic o el comerç, la importació i l'exhibició pública, tant dels exemplars adults com dels ous o les cries, i també de les parts o restes, llevat dels supòsits especificats per reglament. Aquesta prohibició afecta tant les espècies vives com les dissecades, i també l'espècie i els tàxons inferiors.

La tortuga mediterrània és objecte d'un programa de conservació coordinat pel Departament de Territori i Sostenibilitat de la Generalitat de Catalunya, que pretén consolidar i recolonitzar antigues zones de distribució d'aquest queloni.

Es va escollir el Parc Natural del Garraf per les reiterades troballes fortuïtes de tortugues mediterrànies en els darrers anys i perquè reuneix les condicions ecològiques per a la subsistència de l'espècie. També fou decisiu que l'espai tingués un pla d'usos i disposicions legals que protegeixen l'hàbitat (Soler i Martínez, 2005).

Des de l'any 1992, la tortuga mediterrània és present al Parc del Garraf dins d'un projecte de reintroducció. Fins ara, han estat alliberades 3.419 tortugues a tot el Parc, de les quals 1.110 eren cries, i s'hi han detectat gairebé 200 cries nascudes en llibertat.

Fins a l'any 2007, es van instal·lar tots els animals reintroduïts en un tancat d'aclimatació

de 905,4 m<sup>2</sup> dins del Parc, que allora actuava com a últim filtre o control abans de l'alliberament, el qual es duia a terme durant la primavera. Aquests exemplars van ser seleccionats seguint paràmetres morfològics descrits per a la subespècie i els condicionats fisiopatològics descrits per a animals sans (Soler i Martínez-Silvestre, 1998; Soler i Martínez, 2000). Tots van ser marcats i individualitzats seguint el mètode d'incisions a la closca (Bury i Kuckenbach, 1977), modificat i adaptat per a la tortuga mediterrània. Els alliberaments de nous exemplars a partir de l'any 2008 es van dur a terme de forma directa al medi natural, al final de la tardor, just abans que comencés el període d'hivernació. D'aquesta manera, es garantia que els animals alliberats comencessin el període hivernal amb bones condicions físiques, tant pel que feia a l'alimentació com al seu estat sanitari. D'altra banda, es considera que durant el període de letargia els individus alliberats s'aclimaten a les condicions ambientals progressivament.

El primer alliberament d'un grup de tortugues equipades amb radioemissors es va fer el 30 de setembre de 1993. S'estima que més del 80% de les tortugues alliberades van morir a causa d'un incendi forestal l'abril de 1994, el qual va interrompre temporalment el projecte.

L'any 1995 es va fer un segon alliberament de tretze exemplars amb emissors en un nou emplaçament menys vulnerable als incendis. I fins al 2006, es van anar alliberant en una primera zona, que correspon a la que s'estudia en aquest treball (taula 1) (Soler i Martínez, 2008).

Durant els anys posteriors, per tal d'obtenir dades de l'evolució del projecte, es va utilitzar el sistema de captura/recaptura amb l'objectiu d'avaluar el nombre de tortugues al medi. A més, totes les cries trobades a partir d'una mida i una edat determinades (dos anys de vida) són

**Taula 1.** Alliberaments a la regió d'estudi del treball –els anys posteriors al Pla de conservació (2007), s'han fet nous alliberaments en noves àrees de reintroducció al Parc del Garraf

Any	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	Total
Nre. d'alliberaments	1*	0	1**	1	3	2	1	2	2	2	3	2	3	2	24
Nre. d'exemplars	6	0	13	53	185	52	45	53	68	129	161	130	133	98	1.120

\*Alliberaments de prova, amb exemplars equipats amb radioemissors no comptabilitzats en el total.

\*\*Alliberaments d'exemplars equipats amb radioemissors comptabilitzats en el total.

marcades seguint el mateix sistema que en els exemplars adults.

Des de l'any 2007, s'han anat produint nous alliberaments a noves regions del Parc amb l'objectiu de diversificar tant els espais com els hàbitats i prevenir, d'aquesta manera, l'efecte anihilador de la població que podrien tenir els grans incendis.

## Objectiu

L'any 2007, el Servei de Parcs Naturals de la Diputació de Barcelona va redactar en col·laboració amb el CRARC el Pla de conservació de l'espècie (Soler *et al.*, 2007). En aquest pla, es fa referència a la necessitat d'avaluar l'estat de les colònies alliberades mitjançant estudis demogràfics continuats en el temps a fi de saber si es necessari aplicar mesures de gestió eficients que en garanteixin la supervivència a llarg termini.

Per tal de conèixer la mida i l'estat de la població i poder quantificar i valorar l'evolució del projecte, s'ha dut a terme un mostreig més acurat, amb el qual s'ha estudiat la primera àrea on van ser alliberats 1.120 exemplars en el període 1992-2006.

## Metodologia

Al llarg del projecte de reintroducció de la tortuga mediterrània, el Parc del Garraf s'ha dividit en parcel·les de 200 m × 200 m.

Per fer el cens de la població de tortuga mediterrània de les 12.376 ha del Parc, s'han seleccionat 28 parcel·les (112 ha) per fer els mostres d'aquest estudi i s'han seguit les pautes suggerides pel Departament de Territori i Sostenibilitat.

Aquestes parcel·les han estat mostrejades durant els mesos de maig i juny, i durant les recerques s'ha visitat cada parcel·la tres vegades, amb un total de tres hores.

Tots els exemplars capturats han estat identificats segons el codi de senyals. En els casos en què ha calgut, s'han assignat noves numeracions per a les properes recerques.

En l'anàlisi de la població s'han aplicat dos mètodes estadístics per a càlculs de poblacions (Schnabel i Jolly-Seber).

## Resultats

Si analitzem les dades dels quatre anys de cens després de la reintroducció de què disposem, s'han fet 136 captures (6 fora del mètode), amb un total de 106 tortugues diferents i 30 recaptures.

Els animals capturats fora de cens no es tenen en compte a l'hora de treballar les dades que fan referència a l'estimació de la població per tal de valorar l'evolució de la població, ja que s'utilitza un mètode determinat per a aquell cas concret, però sí que es tenen en compte per a l'estudi de l'estructura i ecologia de la població.

## Evolució de la població

Amb el mètode de Schnabel, s'estima que la població censada el 2007 era de 1.611 individus; el 2008 i el 2009, de 1.477, i, finalment, el 2010, de 1.411. Aquest mètode permet conèixer el nombre d'animals marcats en cada moment. En els diferents anys en què s'ha utilitzat aquest mètode, els resultats obtinguts han estat aproximats (taula 2).

**Taula 2.** Càlcul estimat de la població dels anys 2007-2010 segons el mètode de Schnabel

Any	Nre. estimat	Var	ES
2007	1.610,817	0,15	0,0006
2008	1.476,702	0,33	0,0007
2009	1.476,912	0,65	0,0007
2010	1.410,797	0,73	0,0007

Amb el mètode de Jolly-Seber per a cada any, els resultats són poc fiables, atès l'escàs nombre de la mostra.

Per tal de millorar aquestes dades, analitzem el que passa si considerem que disposem de dades de tres visites per any i que en total s'han fet dotze visites durant aquests quatre anys, ja que d'aquesta manera augmentem el nombre de mostres (taula 3).

Si tenim en compte les dades del darrer cens i el fet que l'àrea mostrejada correspon a 28 parcel·les de 4 ha cada una, tenim 12,59 tortugues/ha.

**Taula 3.** Càlcul estimat de la població dels anys 2007-2010

Visita	2007	2007	2007	2008	2008	2008	2009	2009	2009	2010	2010	2010
Nre. estimat	ww0	36	20	146	41	1.210	96	75	176	33	189	9

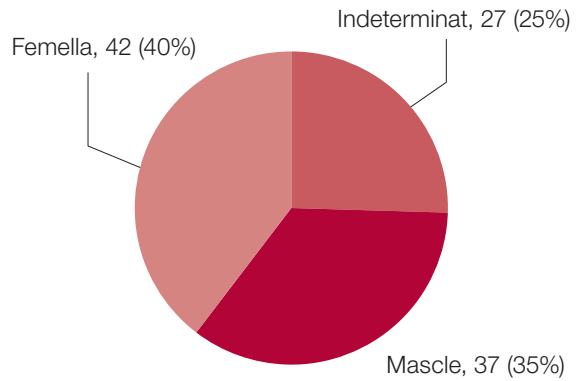
**Estructura de la població**

Dels 106 exemplars diferents, 73 (68,87%) han estat trobats marcats. Es tracta de 54 adults (22 mascles i 32 femelles), 13 subadults (8 mascles, 4 femelles i un al qual no se li ha pogut determinar el sexe), i 5 juvenils i una cria que per la seva edat no s’han pogut sexar. Per contra, les 33 captures restants (31,13%) corresponen a individus sense marcar; vuit adults (dos mascles i sis femelles), cinc mascles subadults i onze juvenils i nou cries de les quals no s’ha pogut determinar el sexe (figura 2).

El conjunt de la població capturada des de l’any 2007 és constituïda en un 39,62% per femelles i en un 34,91% per mascles, fet que suposa que la població té una relació de *sex ratio* equivalent a 1♂:1,16♀; el 25,47% restant correspon a individus que, com que es troben en fases immadures, encara no se’ls ha pogut determinar el sexe (figura 3).

Pel que fa a l’estructura d’edats de la població, un 58,49% dels exemplars capturats al llarg d’aquests quatre anys es troba en fase d’adult; un 16,98%, en fase de subadult; el 15,09%, en

**Figura 3.** Distribució per sexes de la població entre els anys 2007 i 2010 (valor; percentatges)

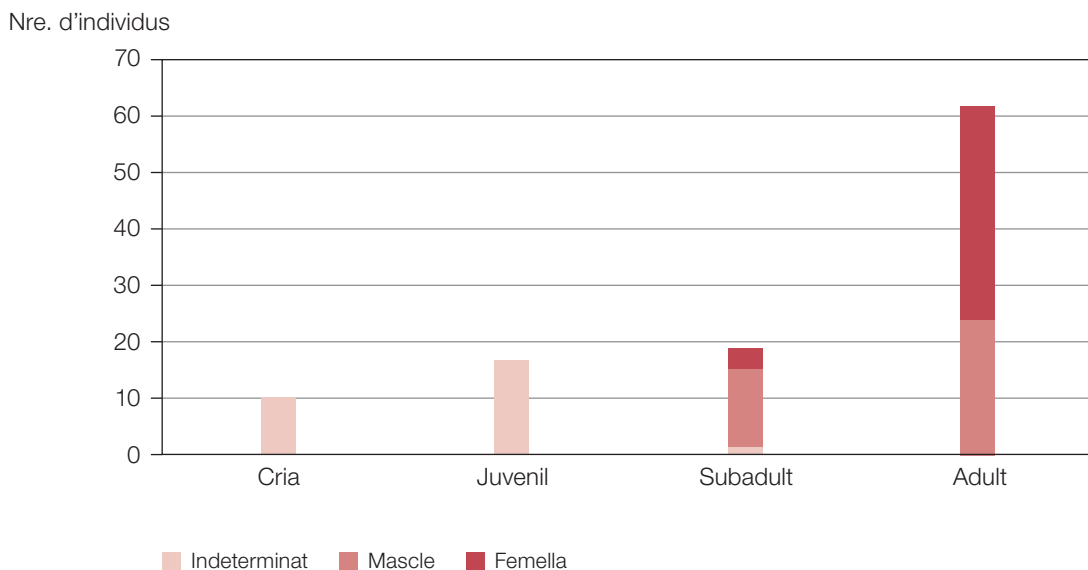


fase juvenil, i el 9,43% restant correspon a les cries (figura 4).

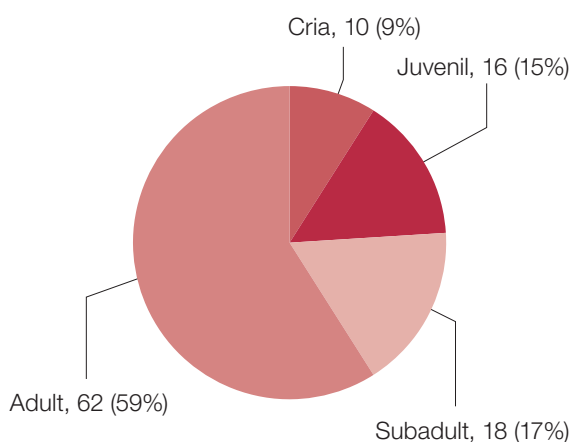
**Ecologia de la població**

Com que podem trobar una mateixa tortuga en diferents llocs segons el dia i/o l’hora, en l’es-

**Figura 2.** Distribució per sexe i edat dels exemplars capturats entre els anys 2007 i 2010



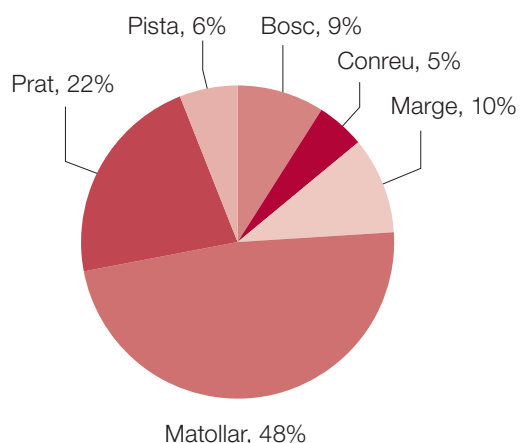
**Figura 4.** Distribució de l'estructura d'edats de la població entre els anys 2007 i 2010 (valor; percentatges)



tudi del biòtop i l'hora de localització podem tenir en compte les dades de les diferents 136 captures realitzades durant el cens del 2007-2010 i no solament les dels diferents exemplars.

El matollar és el biòtop amb més representació en les captures (48,53%). Hi ha un segon biòtop que pren força rellevància (22,06%) i que correspon a tortugues que s'han trobat en prat. El percentatge restant es reparteix de forma més homogènia, amb percentatges que es troben entre el 5% i el 10%. En aquestes categories, hi trobem els biòtops conreu, pista, bosc i marges (figura 5).

**Figura 5.** Distribució respecte del tipus de biòtop on han estat trobats els exemplars capturats entre els anys 2007 i 2010



Sembla que la probabilitat de trobar una categoria d'animal en un lloc o en un altre no és ni més gran ni més petita, ja que, si es respecta la proporció dels individus de cada categoria, aquests es troben repartits en els diferents biòtops. L'únic punt interessant pel fet que es tracta d'animals nascuts al Parc recentment és que no es troben cries a les pistes.

En l'últim cens de la tortuga mediterrània al Parc del Garraf, el període en què s'han detectat les tortugues s'ha dut a terme entre les 8 h i les 13 h, tot i que el període de màxima eficiència en les captures s'ha situat entre les 9 h i les 11 h. En els altres anys de cens, el treball de camp s'ha iniciat més tard, ja que les observacions s'han concentrat entre les 10 h i les 13 h, i no es disposa de dades de captures abans de les 9 h. Si tenim en compte les dades dels quatre anys, el millor període seria entre les 9 h i les 13 h (figura 6).

No s'observa cap patró que faci pensar que el sexe influeixi en el fet que alguns exemplars siguin més actius que uns altres en algunes hores determinades. En canvi, si tenim en compte l'estructura d'edats, els individus més joves han estat localitzats especialment a les primeres hores del mostreig (figura 7). El que sí que s'ha pogut observar és que a l'abril s'han localitzat la majoria de les tortugues a hores més avançades (entre les 11 h i les 13 h) que en els mesos de maig i juny (entre les 10 h i les 12 h).

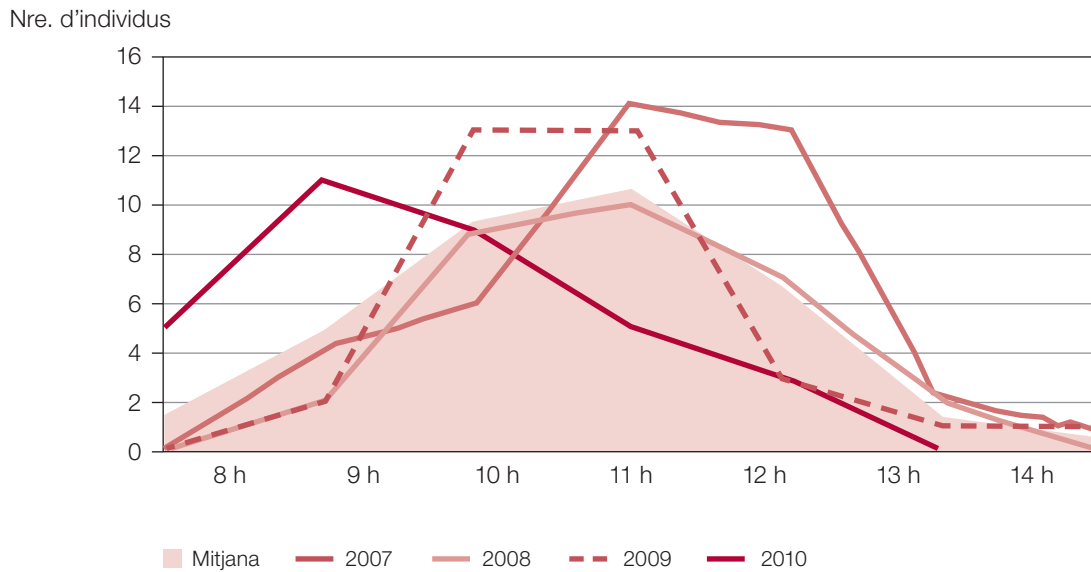
## Biometria

Per tal de valorar l'estat de salut individual, un bon referent és la relació longitud-pes. En aquest sentit, treballem amb tots els organismes capturats al llarg dels anys 2007-2008 i els del 2010, que són els anys dels quals tenim valors complets de biometria.

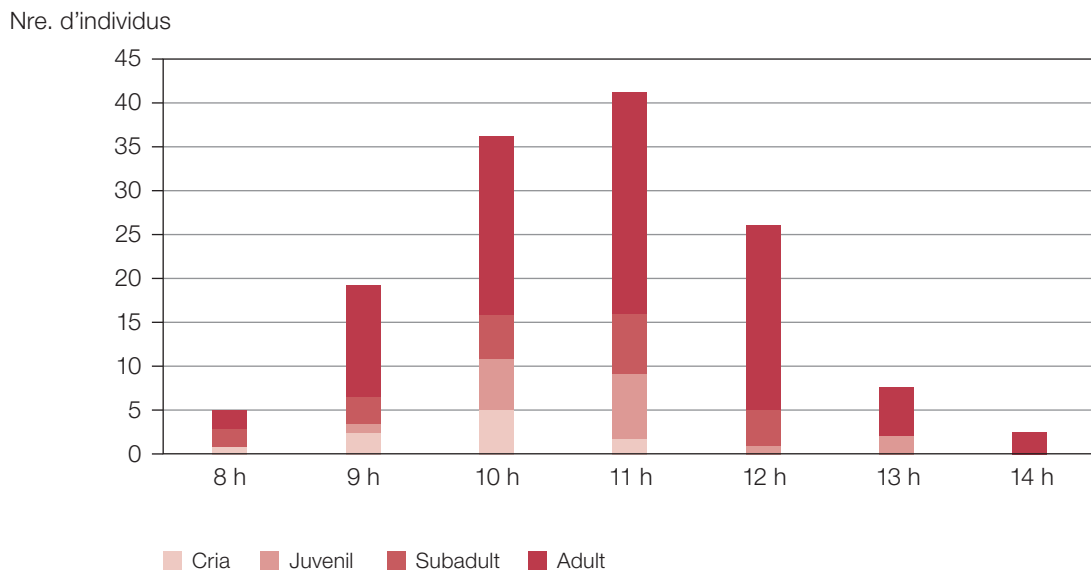
Quan es treballa amb les dades d'aquests tres anys, s'obté una corba de regressió de tipus exponencial per al conjunt de la població, alhora que es fa l'anàlisi per sexes i també dels organismes no sexats per separat; en tots els casos s'obtenen també corbes de regressió en el conjunt dels tres anys (figura 8).

Pel que fa a la biometria de la població adulta dels tres anys de què disposem dades, també observem que hi ha un dimorfisme sexual, de manera que les femelles són més grosses que els mascles (14,74% més grans) (taula 4).

**Figura 6.** Distribució del nombre de captures entre els anys 2007 i 2010 segons l'hora en què han estat trobades, i mitjana dels quatre anys



**Figura 7.** Distribució del nombre de captures entre els anys 2007 i 2010 segons l'hora en què han estat trobades i l'estructura d'edats

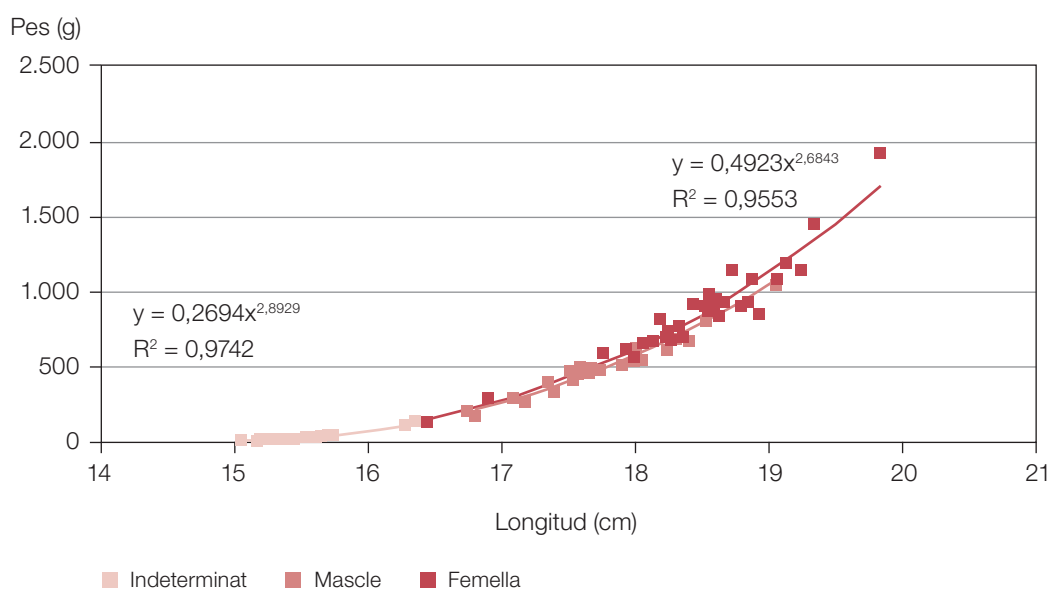


## Discussió

S'ha de remarcar que la mida de la mostra és relativament petita per als quatre anys, de manera que la validesa dels resultats és qüestionable. No obstant això, són el punt de referència del projecte de reintroducció fins que una metodologia nova permeti obtenir resultats més fiables.

## Evolució de la població

Les dades del mètode Jolly-Seber per a cada visita dona diferències molt grans. El fet de tenir en compte les dotze visites d'aquests quatre anys ens hauria de fer desconfiar del model. Hi ha un moment en què la població estimada arriba als 1.210 exemplars, nombre molt aproximat al teòric, si es tenen en compte les tortu-

**Figura 8.** Relació longitud-pes per sexes dels individus dels anys 2007, 2008 i 2010**Taula 4.** Biometria dels adults del Parc Natural del Garraf (anys 2007, 2008 i 2010)

	Femella	Mascle
Pes (g)	906,41 ± 50,19	580,5 ± 42,22
Longitud (nCI) (cm)	16,27 ± 0,29	14,18 ± 0,39

gues reintroduïdes i les morts i els naixements que s'hagin pogut produir.

Pel que fa al mètode de Schnabel, sembla que és més coherent pel que fa a tot el que s'ha observat al camp aquests anys.

Si analitzem les dades dels diferents anys, l'any 2007 la població estimada era de 1.611 exemplars, la qual cosa fa pensar en una bona evolució de la població. Pel que fa a les dades dels altres anys, tenim que per als anys 2008 i 2009 els valors pràcticament són iguals, al voltant dels 1.475 exemplars, mentre que per al cens del 2010 el valor se situa en 1.411 individus. En aquests quatre anys, tenim un valor prou semblant i coherent amb les reintroduccions a la zona, la qual cosa fa pensar en un bon estat de la població. Les possibles diferències entre els anys poden venir donades pel fet que amb el temps els observadors han anat variant.

Si per a l'any 2010 es té en compte que s'han mostrejat 28 parcel·les de 4 ha cada una, tenim una abundància de 12,59 tortugues/ha.

Aquest valor ens fa pensar que actualment la població al Parc es troba en un moment òptim, ja que tenim un valor d'abundància millor que el de la resta de poblacions de Catalunya. Aquest valor s'assimila al de la població natural de l'Albera just abans dels incendis que van perjudicar tant la població, ja que es va passar de les 10,95 tortugues/ha de 1986 (Fèlix *et al.*, 1989) a les 0,3 tortugues/ha vint anys després (Bertolero, 2007). Tanmateix, els mètodes d'estudi emprats per ambdós investigadors no són equiparables, ja que el primer va ser elaborat amb una estadística més descriptiva que no pas el segon, en el qual es van emprar paquets estadístics molt complexos. Tot i això, ambdós ens donen una imatge molt crítica de l'espècie en aquella zona.

Des de l'última reintroducció en aquesta àrea d'estudi l'any 2006, la població ha augmentat lleugerament i sembla que es troba en un estat força estable, cosa que caldria valorar en futurs censos de la població d'aquesta zona.



## Estructura de la població

El 31,13% dels exemplars capturats no estaven marcats i es considera que són exemplars nascuts en llibertat i no alliberats en el procés de reintroducció de l'espècie. Gairebé tots corresponen a fases immadures.

En la distribució per sexes dels exemplars capturats, en els darrers anys d'estudi, tenim una *sex ratio* que afavoreix les femelles (1♂:1,56♀ per al 2010). Aquesta informació difereix de la *sex ratio* de 1,41♂:1♀ calculat per als individus alliberats, el qual està considerablement desequilibrat a favor dels mascles. La diferència pot ser deguda a una dispersió dels mascles, ja que aquests fan grans desplaçaments quan cerquen una parella en l'època de zel (Soler i Martínez, 2003).

Si tenim en compte els 106 animals capturats, tenim una població amb una *sex ratio* de 1♂:1,16♀ que seria una població més equilibrada entre tots dos sexes.

En general, la majoria d'estudis registren una *sex ratio* equilibrada de 1♂:1♀ a les poblacions occidentals de França, Còrsega, Itàlia i Espanya (Bertolero, 2010).

Si tenim en compte les dades dels individus capturats aquests quatre anys que fa que s'avalua el projecte, la *sex ratio* es veu força equilibrada, com en la resta de poblacions, i encara més si tan sols ens centrem en aquells animals no marcats que han nascut al Parc i dels quals s'ha pogut determinar el sexe, ja que en aquest cas la *sex ratio* de la població nascuda en llibertat està molt equilibrada i presenta un valor de 1♂:0,86♀, fet que ens fa pensar en el bon estat de la proporció de sexes en un futur de la població.

La proporció d'edats determina el futur creixement de la població.

Si analitzem l'estructura d'edats, observem que per al 2010 el 79,31% de la població pertany a exemplars madurs (adults i subadults), mentre que el 20,69% restant correspon a la població immadura (juvenils i cries). No obstant això, s'ha de tenir en compte que la detectabilitat varia per a les tortugues d'edats diferents, de manera que els individus immadurs tenen menys probabilitats de ser detectats, ja que mostren menys activitat diària, de manera que és probable que la població sigui més jove del que realment sembla.

Pel que fa als tres anys anteriors, aquesta estructura d'edats segons els anys sembla que

presenta variacions, com pot passar en la resta de poblacions de tortuga mediterrània. De fet, a Menorca, per exemple, la proporció de juvenils varia enormement entre poblacions, de manera que en algunes hi ha menys juvenils que adults; en d'altres, les proporcions són semblants, i en unes altres, els juvenils superen amb escreix el nombre d'adults (Bertolero, 2006; Bertolero, Pretus i Massana, dades inèdites).

Si tenim en compte les dades de les 106 tortugues diferents capturades al llarg dels quatre anys, la població immadura suposa el 24,52%. Aquests valors són molt semblants als que hi havia a l'Albera abans de l'incendi forestal de 1986, on es va estimar que la proporció d'immadurs o juvenils era del 25% (Fèlix, 1999).

## Ecologia de la població

No és possible observar cap tipus de correlació entre l'hàbitat i la categoria d'animal en funció del sexe i/o l'edat, ja que pràcticament el 50% de les captures s'han fet en zones de matollar i, del percentatge restant, el 20% aproximadament s'ha fet en zones de prat, de manera que el percentatge restant ha quedat molt repartit. En la categoria de pista, no s'han trobat cries. Això fa pensar que els nuclis potencials de reproducció i, per tant, de posta es localitzen en zones que no han estat tan alterades pels humans, és a dir, que estan més naturalitzades. Cal entendre que el fet de localitzar alguns exemplars en pistes del Parc segurament es dóna en un procés de dispersió d'aquests animals, els quals probablement es veuen obligats a ocupar nous espais i buscar els llocs més idonis per tal de satisfer el seu domini vital a causa de la fragmentació del territori.

La selecció positiva cap als hàbitats on majoritàriament es localitzen en aquests animals és previsible, ja que, com que aquests presenten aquests animals una densa cobertura vegetal, poden esdevenir bones zones de protecció per a aquests animals, mentre que a la resta de les extensions estan més exposats a qualsevol amenaça. A més, es tracta de zones prou obertes i assolellades els mesos càlids on poden fer-hi les postes i trobar-hi aliment.

A fi de conèixer els patrons d'activitat diària de la tortuga mediterrània a la primavera, podem tenir-ne una aproximació si analitzem l'hora en què els diferents exemplars han estat localitzats. Al llarg del 2010, la majoria de les

captures s'han fet entre les 9 h i les 11 h, però en els altres tres anys de cens aquest pic s'ha produït entre les 10 h i les 13 h, tot i que les hores més favorables han estat entre les 10 h i les 12 h.

A partir de la informació consultada en la bibliografia, l'activitat diària de les *Testudo hermanni hermanni* ha estat fixada de manera general al matí, entre les 7 h i les 12 h aproximadament (Bertolero, 2002). S'observa clarament que les tortugues disminueixen la seva activitat en els períodes més calorosos del dia i al capvespre, quan hi ha un descens lleu de les temperatures ambientals. Segons això, les dades del 2010 s'ajustarien molt bé a la teoria, mentre que per als tres anys anteriors hauria estat interessant poder començar els censos abans, ja que s'hauria ajustat més a l'activitat diària habitual d'aquests animals.

Cal tenir present que, en general, els individus joves es troben a les primeres hores del matí, ja que són més sensibles a les altes temperatures.

Finalment, a mesura que s'apropa l'estiu, els quelonis són actius més d'hora a causa de l'augment de la temperatura i la irradiació solar. En el balanç dels quatre anys, en el mes d'abril bona part de les captures s'han fet entre les 11 h i les 13 h, mentre que al maig i al juny s'han fet entre les 10 h i les 12 h.

## Biometria

Tot i que la relació longitud-pes pot variar segons l'estat d'hidratació dels exemplars, en general aquesta respon a una corba de regressió de tipus exponencial, la qual cosa és normal en uns animals els nounants dels quals creixen força ràpid durant aquests primers estadis de

vida, tot i que alenteixen el creixement quan arriben a la maduresa sexual. Aleshores, el procés és més lent, i, en el cas d'exemplars molt vells, és gairebé inapreciable. L'augment de mida que experimenten els primers cinc anys disminueix a partir dels sis o set. La diferenciació sexual comença a fer-se evident en aquesta edat, i es considera que arriben a la maduresa sexual a partir dels deu anys en el cas dels mascles i dels dotze, en el de les femelles. L'alentiment del creixement es fa palès abans en els mascles que en les femelles, ja que aquests assoleixen abans la maduresa sexual.

La mida mitjana de la longitud de la closca en les femelles de diferents poblacions oscil·la entre els 14,2 cm i els 21,4 cm, i la dels mascles, entre els 13 cm i els 19,5 cm, de manera que les femelles són aproximadament un 12% més grans que els mascles de la seva població (Cheylan, 2001).

Així doncs, per a les poblacions espanyoles només es disposa de dades biomètriques d'adults per a tres localitats. A més, aquestes poblacions són de mida petita a mitjana dins del rang de variació de l'espècie (taula 5).

Pel que fa a la biometria dels exemplars adults del Garraf, aquests s'assimilarien als d'altres poblacions de manera general, tot i que si es comparen únicament amb els exemplars espanyols, són una mica més grans que aquests.

El fet que al Garraf hi trobem adults més grans que a la resta de poblacions de la península pot ser degut al fet que la majoria d'aquests adults encara són organismes que van ser alliberats i que, per tant, tenen un origen de vida captiva, de manera que han pogut créixer més. Tanmateix, no sembla que tingui problemes de pes, ja que els seus valors es troben dins del rang conegut per a l'espècie i s'assemblen força als de les poblacions més properes, que

**Taula 5.** Biometria dels adults de les poblacions espanyoles

	Longitud (nCI) (cm)		Pes (g)	
	Femelles	Mascles	Femelles	Mascles
Albera (Bertolero, 2007)	15 ± 0,3	13 ± 0,2	715 ± 28	440 ± 20
Delta de l'Ebre (Bertolero, inèdit)	16,69 ± 0,21	13,78 ± 0,16	926 ± 31	517 ± 17
Menorca (Bertolero, 2003, 2006)	16,09 ± 0,09	13,64 ± 0,07	823 ± 13	501 ± 7
Garraf	16,27 ± 0,29	14,18 ± 0,39	906,41 ± 50,19	580,5 ± 42,22

solen ser poblacions que tenen una mida entre petita i mitjana.

## Conclusions

Hi ha diferents factors que incideixen negativament en la població del Garraf. La principal amenaça són els incendis forestals. Atès que les tortugues són animals longeus i que maduren tard, recuperar una població pot ser una tasca molt complexa, de manera que hi ha el risc d'una probabilitat d'extinció elevada. De la mateixa manera, cal destacar l'extracció il·legal d'exemplars com un factor important. Així mateix, s'han donat casos d'exemplars que han mort atropellats per vehicles i maquinària agrícola. Un altre factor destacat és la depredació de postes i d'individus juvenils, com també els intents de depredació sobre tortugues adultes, especialment per senglars (*Sus scrofa*) i gossos feréstecs (Soler i Martínez, 2008).

És imprescindible minimitzar al màxim aquestes amenaces si es vol assegurar una adaptació reeixida de les tortugues reintroduïdes.

L'estudi d'avaluació demogràfica de la tortuga mediterrània al Parc Natural del Garraf és imprescindible per poder valorar el projecte de reintroducció. Amb una metodologia adequada, és possible determinar l'estat actual de la població i el de cada any des que es va iniciar el projecte.

Des de l'inici del projecte, sembla que s'estigui estabilitzant la població, si tenim en compte les morts i els naixements que s'han anat produint. Es calcula que aquests anys hi haurà un valor superior al nombre d'animals reintroduïts en aquesta zona. A més, tenim una abundància per a les zones mostrejades de 12,59 individus/ha, que és un valor que cal considerar positiu pel que fa al seu estat, especialment si es compara amb la resta de poblacions de Catalunya, on a la vegada s'intueix una dispersió d'alguns individus cap a nous territoris del Parc.

Al Garraf, actualment hi ha una població ben estructurada tant pel que fa a la proporció de sexes –hi ha una proporció equilibrada entre mascles i femelles– com a la distribució d'edats –la quarta part de la població són animals juvenils la majoria dels quals han nascut en llibertat al Parc.

Pel que fa a l'ecologia de la població, n'hem pogut determinar la localització als llocs més

idonis i hem pogut observar el patró de conducta d'activitat ja estudiat en altres poblacions.

Finalment, pel que fa a l'índex de creixement, sembla que aquest presenta un bon estat en la relació longitud-pes dels animals.

## Recomanacions futures

S'han observat possibles biaixos que cal tenir presents en els estudis demogràfics duts a terme els darrers quatre anys. Per aquest motiu, proposem algunes accions que poden ajudar a millorar la metodologia dels futurs censos:

- Fer els mostrejos a tota l'àrea que ocupa la tortuga mediterrània (244 ha) o escollir les parcel·les a l'atzar.
- Augmentar el nombre de visites per tal de disposar d'una mostra més gran. Actualment, les tres visites de cada cens proporcionen un nombre baix de dades.
- Evitar els canvis d'observadors. Per tal de disminuir les probabilitats d'error, es recomana que hi hagi un sol observador i que aquest sigui experimentat.
- Intentar prospectar tota la parcel·la en la seva totalitat.
- Evitar els errors de lectura del codi de senyals.
- Si és possible, fer els mostrejos durant els mesos de maig i juny, en dies favorables i en les hores que els quelonis manifestin la seva màxima activitat.

D'altra banda, el radioseguiment de certs exemplars podria aportar informació molt útil sobre la seva activitat, l'ús de l'hàbitat, l'aparellament, les postes, etc.

El camí emprès per salvaguardar la tortuga mediterrània de l'extinció sembla l'indicat.

No s'ha d'oblidar que la repoblació no ha de ser una acció a llarg termini amb l'objectiu de mantenir artificialment la població, sinó una acció puntual per aconseguir un nivell de població viable en un medi favorable. Això no obstant, és aconsellable repoblar les noves zones proposades a fi de minimitzar l'impacte que possibles incendis forestals poguessin tenir sobre aquesta població. Alhora, també facilitaria la inclusió dels exemplars més herràtics o en dispersió en noves poblacions. Els trajectes de dispersió entre diferents zones amb tortugues poden tenir punts de trobada a les àrees més idònies del Parc, de manera que siguin en part els quelonis els qui les descobreixin.

## Agraïments

Els autors agraeixen particularment als guardes del Parc, al cos d'agents rurals, al biòleg Santi Llacuna (director del Parc del Garraf) i a Emma Guinart (tècnica del Departament de Territori i Sostenibilitat) la seva ajuda en la vigilància i el desenvolupament del projecte; a l'Ajuntament de Masquefa, el compromís en la conservació de la fauna herpetològica de Catalunya; al biòleg Dr. Gustavo A. Llorente (UB), la tutoria de part del treball; al biòleg Xabier García Azurmendi, el treball de camp del 2009, i al naturalista Francesc Marquès Sales, la gran ajuda i el seu suport en el cens del 2010.

## Bibliografia

- ANDREU, A.C.; DÍAZ-PANIAGUA, C.; KELLER, C. (2000): «La tortuga mora (*Testudo graeca* L.) en Doñana». *Asociación Herpetológica Española. Monografías de Herpetología*, vol. 5, p. 70.
- BERTOLERO, A. (2008): *Cens i distribució de la tortuga mediterrània a la serra de l'Albera: avaluació de la situació durant el 2007*. Departament de Medi Ambient i Habitatge.
- BERTOLERO, A. (2010): «Tortuga mediterrània – *Testudo hermanni*», dins: SALVADOR, A.; MARCO, A. (eds.): *Enciclopedia virtual de los vertebrados españoles*. Madrid: Museo Nacional de Ciencias Naturales. <<http://www.vertebradosibericos.org/>>.
- DAURA J.; SANZ M. (2004): «Les restes fòssils plistocenes de tortuga (*Testudo hermanni*) procedents de la cova del rinoceront de la pedrera de Ca n'Aymerich (Castelldefels, Baix Llobregat)». *Llibre de resums de les XI Jornades Herpetològiques Catalanes*. Castelló d'Empúries; p. 23.
- FÈLIX, J.; CAPALLERES, X.; BUDÓ, J.; FARRÉ, M. (1989): «Estructura de una població de tortuga mediterrània (*Testudo hermanni robertmertensi*, Wermuth), antes y después de un incendio forestal». *Treballs d'Ictiologia i Herpetologia*, vol. 2; p. 210-223.
- GARCÍA, X. (2009): *Evaluación demográfica de la tortuga mediterránea (*Testudo hermanni hermanni*) en el Parque Natural del Garraf* (informe inèdit).
- KREBS, Charles J. (1989): *Ecological Methodology*. Ed. Harper & Row.
- HAILEY, A.; WILLEMSEN, R.E. (2000): «Population density and adult sex ratio of the tortoise *Testudo hermanni* in Greece: evidence for intrinsic population regulation». *J. Zool.* núm. 251; p. 325-338.
- HENRY, P.Y.; NOUGARÈDE, J.P.; CHEYLAN, M. (1998): «Survival rates and demography of the Hermann's tortoise *Testudo hermanni* in Corsica, France». Dins: *Current studies in herpetology*. Le Bourget du Lac (SHE); p. 189-196.
- JOLLY, G.M. (1965): «Explicit estimates from capture-recapture data with both death and immigration-stochastic model». *Biometrika*, vol. 52; p. 225-247.
- MACKENZIE, D.I.; NICHOLS, J.D.; LACHMAN, G.B.; DROEDGE, S.; ROYLE, J.A.; LANGTIMM, C.A. (2002): «Estimating site occupancy rate when detection probabilities are less than one». *Ecology* vol. 83; p. 2.248-2.255.
- SOLER, J.; MARTÍNEZ-SILVESTRE, A. (1998): «Criteris de selecció de la tortuga mediterrània (*Testudo hermanni hermanni*) reintroduïda al Parc Natural del Garraf». *III Trobada d'Estudiosos del Garraf*.
- SOLER, J.; MARTÍNEZ-SILVESTRE, A. (2005): *La tortuga mediterrània a Catalunya*. Tarragona: L'Agulla de Cultura Popular.
- SOLER, J.; MARTÍNEZ-SILVESTRE, A.; TARÍN, R.; PARELLADA, X. (2003): «Evolució de la població reintroduïda de tortuga mediterrània (*Testudo hermanni hermanni*) al Parc del Garraf». *IV Trobada d'Estudiosos del Garraf*.
- SOLER, J.; MARTÍNEZ-SILVESTRE, A.; PORTABELLA, C.; SÀEZ, A. (2007): *Pla de conservació de la tortuga mediterrània (*Testudo hermanni*) CODI: G023*.
- SOLER, J.; MARTÍNEZ-SILVESTRE, A.; TARÍN, R.; PORTABELLA, C.; SAMPERE, X. (2007): *Estudi d'avaluació de les poblacions reintroduïdes de tortuga mediterrània (*Testudo hermanni hermanni*) al Parc del Garraf*.
- SOLER, J.; MARTÍNEZ-SILVESTRE, A.; TARÍN, R.; PORTABELLA, C.; PARELLADA, X. (2008): «Seguiment del projecte de reintroducció de la tortuga mediterrània (*Testudo hermanni*) al Parc del Garraf». *V Trobada d'Estudiosos del Garraf*. Diputació de Barcelona; p. 51-55.