

APORTACIONS A L'ESTUDI DE LA BIOLOGIA,  
ECOLOGIA I ETOLOGIA DE SALAMANDRA,  
*Salamandra salamandra* (L.)

per JORDI CAÑELLAS I PUIGGRÒS (COMAM)





## INTRODUCCIÓ

La fascinació per aquest amfibi bigarrat de grocs i negres, em ve d'infant, d'aquells vespres bucòlics passats al costat de la llar de foc i d'aquelles tertúlies a mitja tarda, on mon avi i altres vells del poble feien saragata, tot esplaïant-se en fabuloses històries que explicaven els orígens misteriosos d'algunes bestioles o les màgiques propietats de serps i gripaus...

De totes les històries escoltades i dolçament assaborides, la que narrava l'origen roent de les salamandres va romandre'm al paladar, i del paladar a la ploma, i de la ploma als llibres i òbviament, el contacte i l'estudi de les focnaixents no trigà a ocupar les nits de mullena bagenca (car tot l'estudi ha estat dut en poblacions d'un municipi del Bages).

Gairebé quatre anys d'estudi, amb nombrosos incisos i repeses es reflecteixen en el present treball. Val a dir, però, que l'estudi, tot i ser exhaustiu en els punts que toca, pateix la manca d'amplitud (per poder fer les generalitzacions corresponents dels comportaments observats i de les dades preses) requerida per tot treball científic que vulgui preuar-se. Als qui estudiïn aquesta espècie (per primer cop) poden servir-li algunes de les recopilacions de dades (d'altres estudis) que especifico, i també les meves pròpies. Amb aquest article pretenc difondre un xic més els coneixements que ja es tenen d'aquest amfibi i vull, alhora, plantejar unes hipòtesis que hauran de ser confirmades o refutades pels estudiosos. Hipòtesis fetes a partir de l'observació directa en el medi i en terrari (només en larves i nou-metamorfosats).

## AGRAÏMENTS

Aquest estudi, iniciat per aprofundir en el coneixement de l'etologia larvària i dels primers estadis de vida terrestre de *Salamandra salamandra* es va convertir en un cúmul de dades (cites U.T.M.) que van facilitar-me els companys d'inquietuds: Xavier Sampere, Joaquim Soler i Xavier Gonzàlez, als qui agraeixo l'esforç i la preocupació.

Agraeixo a Rosa Solè (zòdloga), la seva amabilitat i paciència a l'hora de buscar informació i respondre a tot un seguit de preguntes tècniques que vaig fer-li.

A qui haig d'agrair la possibilitat d'aquest aprofundiment herpetològic és a la COMAM (Comissió de Medi Ambient de l'Ajuntament de Masquefa i únic Centre d'estudi i recuperació d'Amfibis i Rèptils d'Espanya), que m'ha ajudat a formar-me tècnicament i humanament (amb el concepte d'un estudi zoològic respectuós amb l'èsser analitzat) i que m'ha facilitat bibliografia i instrumental.

Agraeixo enormement a Eva Baldrich la seva inestimable ajuda i companyia en alguna de les nits plujoses de recollida de dades.

El que és realment indiscutible és que les autèntiques motores d'aquest escrit han estat les *salamandres*, que amb paciència han suportat les intenses sessions fotogràfiques, les grapejades, els sexaments i el "segrest sense rescat" de les seves larves. Serveixi aquest apartat per demanar perdó públic per la mort involuntària (no per això menys greu) de 7 de les larves que he usat per als estudis de comportament en captivitat. En cap dels diferents períodes de l'estudi no he fet servir cap tècnica de marcatge dolorosa (a part de les sessions de flash fotogràfic) ni he matat a cap individu per esbrinar-ne qüestions fisiològiques o anatòmiques (altres autors han fet més que suficient al respecte).

## MATERIAL I MÈTODES

L'instrumental de camp usat en aquest treball s'ha reduït a:

- \* termòmetres (per mesurar la temperatura ambient i la temperatura de l'aigua).
- \* higròmetre.
- \* dinamòmetres (de 10 i de 100 grams).
- \* càmera fotogràfica i flash.
- \* peu de rei
- \* regla.

Per a l'estudi de larves i nou-metamorfitzats en captivitat han estat necessaris:

- \* un multitester d'1,5 V. (per mesurar la resistència elèctrica de l'epidermis).
- \* dos aquaris de 60 litres.
- \* un aquaterrari exterior d'1 metre quadrat.
- \* estris de mesura (igual que els de camp).

Referent al mètode emprat, val a dir que per a l'obtenció de dades d'activitat d'adults he realitzat 2 transectes peral·lels de 200 metres cadascun. Aquests dos transectes coincideixen amb dos camins que creuen el bosc i que estan separats per un talús inclinat (amb abundant vegetació) d'uns 50 metres d'amplada.

El recorregut dels transectes s'ha realitzat quatre cops cada mes durant els mesos d'octubre, novembre i desembre dels anys 1990-1991. Els dies de prospecció s'han escollit d'entre els dies que presentaven unes òptimes condicions atmosfèriques (elevada humitat i temperatures moderadament baixes), però s'han escollit dies amb condicions que es desviaven del suposat òptim d'activitat per comprovar quines eren les condicions ambientals crítiques d'activitat. Han estat realitzats gairebé tots de nit, exceptuant algunes visites diürnes per a la recol·lecció de larves. En cada visita a la zona he realitzat dos recorreguts per transecte, un de les 18h. a les 21h. i l'altre de les

22h. a les 24 h. per prendre totes les dades possibles dels exemplars trobats, així com fer una fitxa fotogràfica individual com a mètode de marcatge (ja que les taques grogues serveixen perfectament per a la identificació d'un animal concret; no semblen variar amb el temps -potser tan sols en mida- i la probabilitat de trobar dos exemplars iguals en una població reduïda com la del meu estudi, és infinitesimal).

## ÀREA D'ESTUDI

L'estudi s'ha dut a terme al municipi de Castellfollit del Boix (comarca del Bages).

L'observació d'activitat en adults s'ha centrat en un àrea del sud-est del municipi, en la qual s'han realitzat els transectes abans esmentats, però aquest estudi ha estat reforçat per observacions puntuals a la resta del terme.

La recol.lecció de larves s'ha fet a dos punts:

- \* en una font de clot de l'àrea dels transectes.
- \* en un rierol d'aigua neta que neix a muntanyes del nord-oest del terme municipal.

## Descripció de l'hàbitat

L'àrea de l'estudi es troba en un pendent, enmig del qual i al costat del camí, hi ha una font de clot (en la qual neix aigua), d'un metre de llargada, mig metre d'amplada i 25 centímetres de fons (1\* 0,5 \* 0,25).

L'esmentat pendent està orientat a l'est i és per tant ombrívol (obac) durant la major part del dia.

L'altitud dels punts d'estudi està entre 730 i 750 metres.

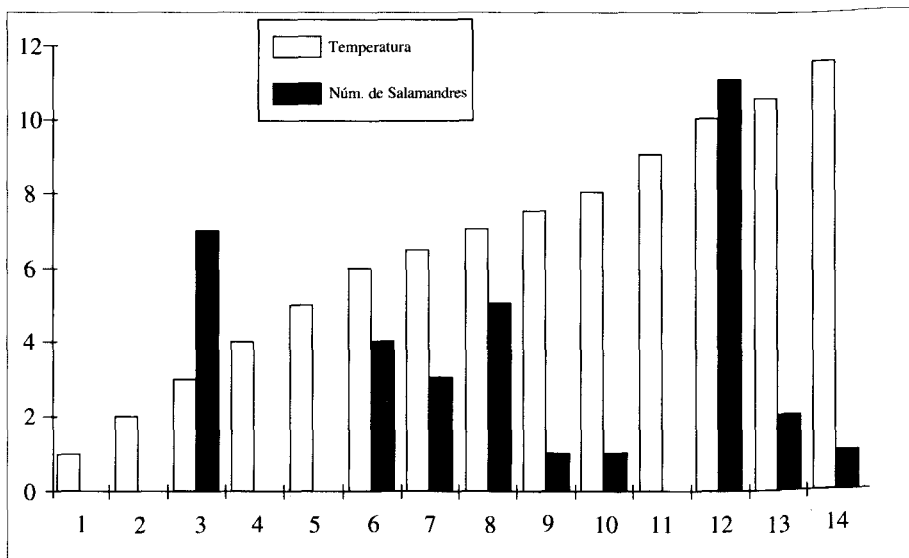
La vegetació dominant està constituïda per pinassa (*Pinus nigra ssp. salzmannii*), roures (*Quercus sp.*), grèvol (*Ilex aquifolium*), alzines (*Quercus ilex*) i pi blanc (*Pinus halepensis*) en l'estrat arbori. L'heura (*Hedera helix*), l'herba fetgera (*Anemone hepatica*), l'esbarzer (*Rubus ulmifolius*) i el boix (*Buxus sempervirens*) són alguns (entre molts altres) dels pobladors de l'estrat arbustiu i de l'estrat herbaci.

## ACTIVITAT EN ADULTS

### Temperatura i H.R.

La temperatura òptima d'activitat per *Salamandra salamandra*, es troba entre 5-10°C (segons Degani), entre 8-12°C (segons Bas), 6°C de mínima (a Galícia, segons Garcia Paris), a partir de 5°C (segons Salvador) i entre 6-14°C (segons Barbadillo).

Segons la gràfica, feta a partir de 35 observacions (n=35 és un nombre escàs de valors, però com que no vull extrapolar els resultats a altres àrees i el nombre



d'individus estimats de la població és petit, ho considero vàlid per a la població concreta sotmesa a l'estudi).

Segons la gràfica, es presenten dos pics o màxims en els quals el nombre d'individus observat depassa la mitjana, aquestes dues temperatures (3 °C i 10 °C), són dos màxims òptims d'activitat de l'espècie (que segurament estan condicionats per la humitat relativa (H.R.)).

L'interval general de temperatures òptimes d'activitat per aquesta població seria:  
( 3° C - 11° C )

El fet de tenir una temperatura d'inici d'interval tan baixa ( $T^a = 3^\circ \text{C}$ ) es deu, probablement, a la manca d'una quantitat prou gran de dades, que podria reduir l'amplitud de l'interval (a més dades menys possibilitat de desviacions grans). La humitat relativa (H.R.) mesurada en els dies d'activitat a una  $T^a = 3^\circ \text{C}$  era de mitjana ( $X = 86,14\%$ ).

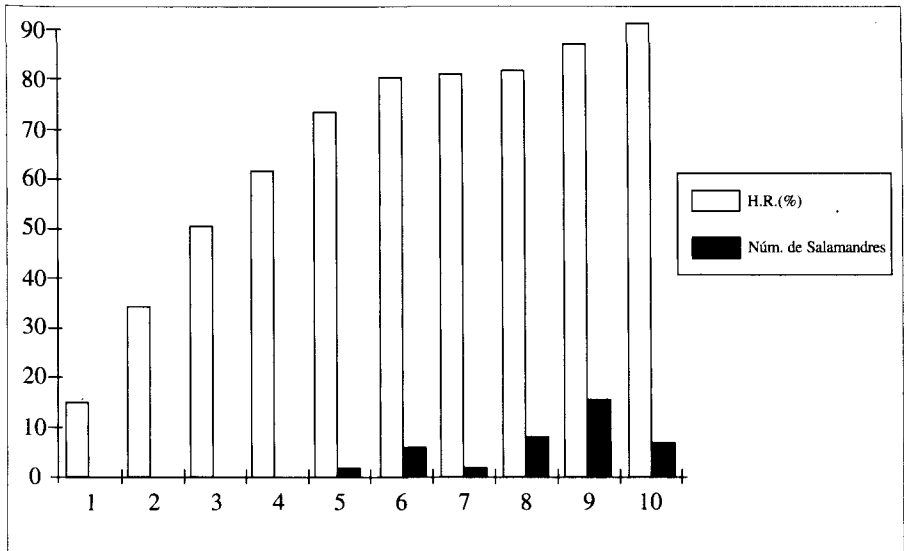
La humitat relativa mesurada en els dies d'activitat a una  $T^a = 10^\circ \text{C}$ , corresponent a l'altre màxim, era de mitjana igual a: 80,6 %.

Semblaria que a menys  $T^a$ , necessitarien una H.R. més gran per mostrar una bona activitat. En canvi a mesura que incrementem la  $T^a$ , es fa menys necessària una H.R. molt alta (evidentment, sempre ens estem referint a valors compresos dins l'interval òptim d'humitats relatives).

Els paràmetres: H.R. i  $T^a$  serien els bàsics per entendre i mesurar l'activitat de l'espècie, sent molt difícil fer una valoració acurada mesurant-ne només un. Dels dos, la H.R. seria el paràmetre més condicionant, podent-se observar que si bé l'interval de  $T^a$  té un marge de permissibilitat per ser trencat en casos extrems (per H.R. = 100% poden veure's individus actius tot i haver-hi temperatures ambientals per sota o per

sobre de l'interval òptim). La humitat relativa, és més vital, i per sota d'uns valors crítics, la salamandra no pot romandre activa (encara que la temperatura sigui òptima. És en casos de períodes + 6 - llargs amb baixes humitats relatives que pot entrar en estivació), i és difícil poder observar un sol exemplar en condicions d'H.R. per sota del 60 %.

A temperatures d'entre 20-25 °C i H.R. d'entre 0-5 % les salamandres poden perdre fins el 39% del seu pes corporal (deshidratació) en 15 dies (estudi fet per Degani a Israel). Aquestes dades ens donen un grau de la importància que té la H.R. (i també la T<sup>a</sup>) en la vida de *Salamandra salamandra*.



Núm. Salamandres observades en funció de la humitat relativa

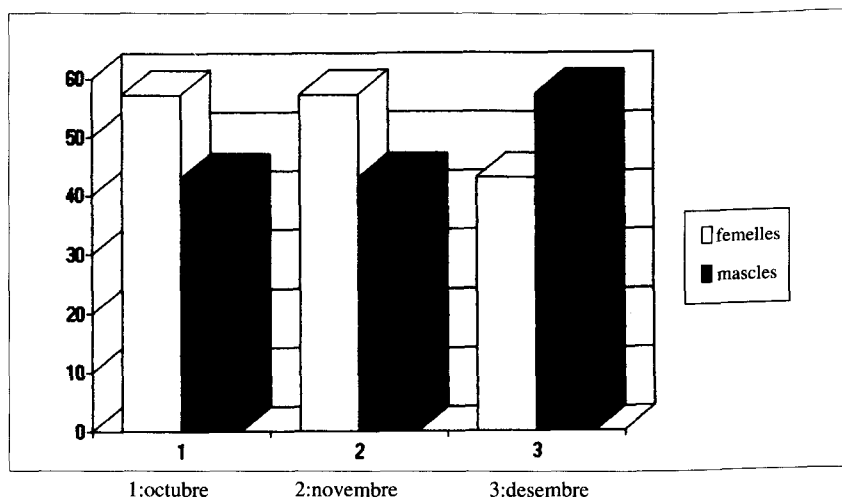
## CLIMATOLOGIA

L'activitat de l'espècie sembla minvar fortament en condicions de vent, ja que el requeriment d'humitat epidèrmica es veuria sobrepassat per un dessecament massa ràpid de la pell (la velocitat de segregació del líquid humidificador de la pell seria més petita que la velocitat d'evaporació d'aquesta humitat, a causa del vent).

En canvi, si la temperatura és acceptable i hi ha pluges i tempestes (amb o sense aparell elèctric), les salamandres presenten una gran activitat. Aquesta activitat és màxima durant els dies de les primeres pluges de finals d'estiu i inicis de tardor (car els animals surten d'un període molt sec, en el qual o han estivat o han sortit escassament del seu amagatall).

## PER SEXES.

Podem observar, a l'àrea prospectada una proporció de mascles (45,71 %) i de femelles (54,28 %) força equilibrada. Els valors classificats per mesos són:



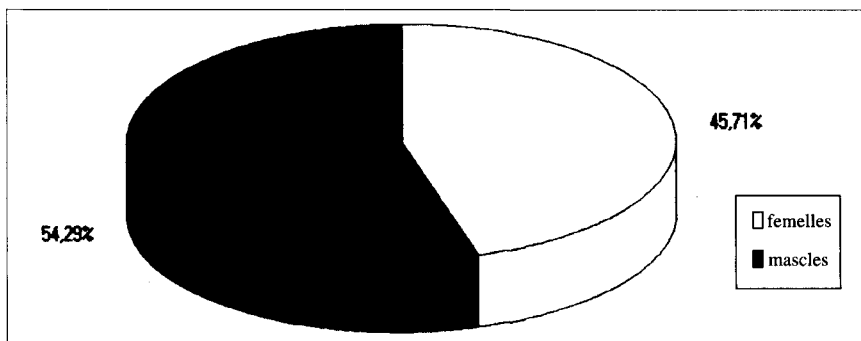
Les dades ens mostren una línia idèntica de proporcions obtingudes a l'octubre i novembre mentre que al desembre s'inverteixen les proporcions, on els mascles es capturen amb un percentatge més alt que les femelles. Seria bo saber si aquestes dades es donen any rera any i si el cicle que sembla tenir un punt d'inflexió al desembre segueix i en quin sentit. Les diferents proporcions trobades explicarien una separació dels màxims d'activitat al llarg de l'any en funció dels sexes, on el màxim d'activitat (observacions) de les femelles coincideix amb els mesos de màxima activitat reproductora a la font de clot de l'obaga (on van a dipositar les larves). L'augment del núm. de mascles observat a partir de desembre podria indicar (no està comprovat) una funció d'expansió territorial i de recerca de femelles per a l'aparellament.

## DIMORFISME SEXUAL

El dimorfisme sexual és poc accentuat i fora dels períodes d'aparellament, en què el mascle presenta els llavis cloacals considerablement inflats respecte a la femella, la diferenciació de sexes es fa més complexa.

Les femelles solen presentar un cos més massís i rodanxó, amb igual gruix a tota la llargada del tronc o amb una amplada més gran de la part final d'aquest, (evidentment en les femelles gràvides aquesta característica s'accentua). La cua sol ser proporcionalment més curta que el cos (si ho comparem amb els mascles).





La proporció general de mascles i femelles de l'àrea d'estudi.

Els mascles, en canvi, solen presentar un cos més prim i estilitzat. El tronc, pot ser més ample a prop de les potes del davant i anar-se fent una mica més prim conforme s'acosta a les del darrera. El cap i les paròtides poden ser lleugerament més prominents i la cua sol ser més llarga que el cos (proporcionalment, comparant-ho amb les femelles).

Els exemplars mesurats en la població d'estudi (mesures fetes de la punta dels dits al colze i del colze al punt d'unió de la pota del davant amb el cos), observem que per exemplars de la mateixa longitud total (de l'extrem del morro a l'extrem final de la cua) les longituds de les potes del davant difereix sense seguir cap patró conegut (no sembla que els mascles tinguin les potes més llargues que les femelles, tal i com comenten en la bibliografia per algunes poblacions concretes).

### *ESTUDI DE LES LARVES DE SALAMANDRA SALAMANDRA (L.): ETOLOGIA I BIOLOGIA.*

Des de l'inici del meu interès per l'estudi d'aquests urodels hi havia un dubte, sembla que generalitzat entre els herpetòlegs, sobre l'activitat dels exemplars nou-metamorfitzats de salamandra. No es coneixia quines eren les fases d'activitat per les quals passava aquest amfibi un cop havia completat la seva metamorfosi i sortia de l'aigua fins que esdevenia un juvenil (amb menys de dos anys), del qual ja es trobaven exemplars en les sortides de camp i en els transectes que feien els estudiosos d'aquest animal.

Altres dubtes sobre la biologia i el comportament de les larves (en captivitat i en llibertat) i dels primers passos dels individus nou-metamorfitzats (en captivitat) van esdevenir els punts de recerca del treball.

#### *Introducció*

El fet que les femelles d'aquesta espècie puguin guardar l'espermatòfor després de l'aparellament (els espermatozous són emmagatzemats a l'espermateca de la

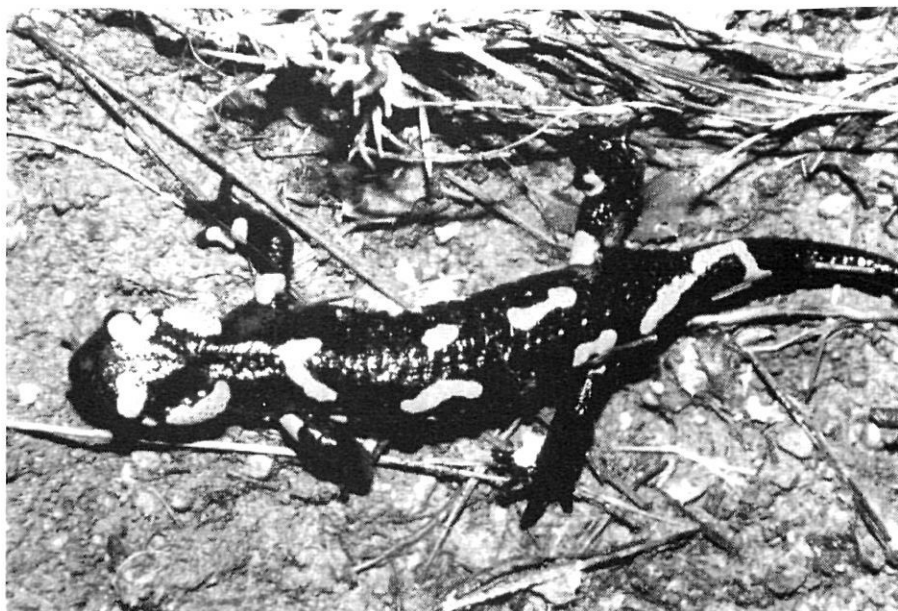


Foto: *exemplar mascle de Salamandra salamandra.*



Foto: *exemplar femella de Salamandra salamandra.*

femella i a voltes la còpula té lloc abans i tot que ella hagi madurat els seus òvuls) a fi d'usar-lo quan les condicions internes (maduració dels òvuls) o ambientals siguin les adients (T<sup>a</sup>, H.R. de la zona, disponibilitat d'aigua neta per dipositar les larves), permet una gran adaptabilitat de l'espècie als factors canviants d'una zona com és la mediterrànea, on l'aigua no és sempre a l'abast.

La femella, dipositarà les larves a l'aigua neta d'una font, riera o rierol. El nombre de larves per femella (de 15-25 segons Andrada, de 20-40 segons Paris, 25-45 segons Barbadillo, de 32-40 segons Salvador) dependrà sempre de la longitud d'aquesta i de la altitud de l'àrea on es trobin (sembla que la variació de la longitud mitjana de l'espècie és directament proporcional a l'altitud. Com més altitud, més petits són els exemplars).

L'àrea d'estudi és una font de clot, únic punt d'aigua neta per una àmplia extensió de bosc, cosa que fa que totes les femelles de la zona hagin de deixar les seves larves en aquest clap reduït d'aigua. Això afavoreix l'estudi pel fàcil accés a la font i pel seu reduït volum, que permet una observació més acurada i per la llunyania amb qualsevol àrea habitada, cosa que evita la influència humana i la degradació de la zona.

És fàcil observar en aquesta font més de 100 larves al mateix temps, cosa que crea una extremada competència per l'alimentació i augmenta la possibilitat de canibalisme, també valorat en aquest estudi.

## ÈPOCA DE PARTS

En ser una font que conserva aigua gairebé tot l'any, les femelles de la zona (condicionades per la maduració dels òvuls i les condicions ambientals) poden triar un ventall de mesos prou ampli a l'hora de parir les larves.

He pogut observar larves des de les primeres setmanes de setembre (coincidint amb les primeres pluges de tardor, que omplen el toll de la font) fins les darreres setmanes de juliol (en anys plujosos, que es conserva la surgència de l'aqüífer, que en altres anys era estroncada per la secada). Això vol dir que si les darreres larves fan la metamorfosi a finals de juliol i tenint en compte que el temps per arribar a l'estat de disposició de metamorfosar és d'uns 2-3 mesos, (a l'estiu; ja que a l'hivern, per les baixes temperatures, el creixement es retarda considerablement i la metamorfosi pot no produir-se fins als 4 o 5 mesos) tot el ventall de parts es produiria del setembre al maig.

### *Alimentació de les larves*

Un cop col·lectades les larves de la font de clot i dipositades en un aquari interior es pot observar quina era la seva alimentació a la font observant-ne les defecacions.

Entre les restes de defecacions pot observar-se una abundant quantitat de restes de closques de micro-invertebrats (crustacis) com poden ser cladòcers (puces d'aigua) i copèpodes.

En captivitat l'alimentació serà a base de porcions de cuc de terra (*Lumbricus terrestris*).

## CAPTURA DE PRESES

Observant detingudament el comportament de les larves a l'hora de capturar l'aliment, ens adonem que els sentits amb què detecten la presa són principalment la vista i l'olfacte (i en aquest mateix ordre d'importància).

En primer lloc, mossegaran tot el que es mogui i tingui una mida òptima per ser considerada presa. Així, doncs, ni els cossos en moviment excessivament grossos seran atacats, ni els excessivament petits seran detectats. Pensem que no importarà tant el tipus de presa com la seva mida. Si un cop ha mossegat una presa de mida òptima i el sabor d'aquesta és desagradable, l'expulsarà. Després de diverses topades amb una presa de sabor desagradable, coordinarà la informació que n'ha detectat per tal d'evitar posteriors equivocacions en la selecció. És en aquest pas (també en el cas contrari de selecció d'una presa saborosa) que intervindria l'olfacte. Aquest sentit ajudaria a la vista per tal d'escollir allò que convé al seu organisme (que ve condicionat pels estímuls que rebí el gust).

## Canibalisme larvari

Aquesta manca de capacitat per distingir les preses condueix a les larves al "canibalisme". Canibalisme és l'acte pel qual un individu ataca i ingereix altres individus de la mateixa espècie.

En el cas de les larves de salamandra l'atac no sempre acaba amb la ingestió; sovint l'atac és a causa de la manca de selectivitat de la presa que presenten les larves d'aquesta espècie. Com dèiem abans, tot i tenir uns marges de longituds per considerar a un objecte en moviment presa potencial, en indrets on la densitat larvària és molt gran i l'abundància d'aliment petita, es donarà freqüentment l'atac entre larves. La manca d'aliment provoca un augment de l'instint d'atac (per la gana) i una disminució en la selecció de les preses en funció de la mida (s'atacaran preses més grosses que abans); si a més hi ha una alta densitat larvària, veurem lògic que es donin una gran quantitat d'atacs entre larves.

Si la larva que ataca és més grossa que la larva-presa, aleshores es pot donar la ingestió. En cas contrari la ingestió no serà possible i la larva atacant deixarà anar la larva-presa (aquesta presentarà segurament una ferida en la zona de la mossegada).

La font del meu estudi era de reduïdes dimensions (1 m de llargada, 0,5 m d'amplada i 0,25 m de fons, tot plegat constituint un volum de 125 decímetres cúbics o litres d'aigua) i com ja he comentat abans, en els períodes més favorables he arribat a comptar més de 100 larves.

La relació larves per volum era:

$$\frac{0,8 \text{ larves}}{\text{litre}}$$

Amb aquesta densitat tan gran poden observar-se moltes larves que presenten amputacions de potes, manca de porcions de la cua o brànquies fragmentades, tot fruit de les mossegades d'altres congèneres.

Aquestes larves que han rebut les mossegades, sovint poden regenerar els membres afectats (la capacitat de regeneració és fins i tot més gran que en els adults). A voltes però, les ferides serveixen de vehicle d'entrada a les infeccions de fongs o altres agents que acabaran amb la vida de l'animal.

Fruit de la seva voracitat i manca de selecció moren moltes larves (però molt poques són ingerides). Aquest procés porta a una autoregulació de la densitat de la població larvària en absència de predadors. Si no es donés aquesta autoregulació, la manca d'aliment acabaria produint una mort generalitzada de la majoria de la població.

### CREIXEMENT EN CAPTIVITAT

En les larves mantingudes en aquaterrari a l'exterior, amb temperatures hivernals, el creixement en funció del temps era gairebé imperceptible. A baixes temperatures el metabolisme es redueix (les larves no accepten l'aliment) i s'atura el creixement (recordeu que a l'hivern les larves poden estar de 4 a 6 mesos per completar la metamorfosi, en canvi a la primavera-estiu poden completar-la en 2 o 3 mesos).

En els aquaterraris interiors, mantinguts a unes temperatures d'entre 12 i 16 °C el creixement sí que és observable en un temps relativament curt.

En 43 dies la mitjana ( $\bar{X}$ ) de creixement (en mm) de totes les larves mantingudes a l'interior és de 5,125 mm. Que traduït a creixement per dia ens dona: 0,119 mm per dia.

Pel que fa referència a les mesures (longitud) amb què les larves arriben a la metamorfosi, aquestes mesures oscil·len (entre 50 i 65 mm segons Barbadillo, entre 55 i 65 mm segons García Paris i entre 53 i 62 mm segons Salvador).

La mesura mitjana amb la qual les larves que he mantingut en captivitat han arribat a la metamorfosi és de:

$$\bar{X} = 52,62 \text{ mm}$$

On la larva més petita que ha fet la metamorfosi mesurava 44,5 mm i la més gran 61 mm. La majoria de larves han arribat a la metamorfosi en un període màxim de tres mesos (sovint menor) des del seu naixement. Aquesta precocitat explicaria que la coloració de la majoria de les larves fos taronja (que vindria, segurament, donada per una concentració major de lipòfors, que són els pigments de les cèl·lules pigmentàries o cromatòfors que determinen la gamma de colors que va del groc al vermell. Aquestes cèl·lules es localitzen sota l'epidermis) en comptes de groga (García Paris comenta que aquesta coloració és normal per individus pertanyents a la ssp *bejarae* que han fet la metamorfosi de forma molt ràpida). Aquesta rapidesa en la metamorfosi podria haver-se produït per la T<sup>a</sup>, superior a la normal, l'alimentació, que no els va faltar en cap moment i les diferents qualitats de l'aigua (presència d'uns o altres soluts amb concentracions diferents).

Una dada interessant és la de l'observació de mudes en dues larves quan feien una mesura aproximada (o lleugerament superior) als 47 mm. No vaig poder-ho constatar en les altres per la dificultat que presenta l'observació d'unes mudes tan petites. També queda en interrogant si com a larves realitzarien més d'una muda (que ha estat l'observada).

### *ETAPES DE DESENVOLUPAMENT LARVARI (FINS A LA METAMORFOSI)*

Agafant una larva a tall d'exemple i fent el seu seguiment complet, tractant d'esbrinar mitjançant l'observació i comprovació i l'auxili bibliogràfic, les etapes per les quals passa fins arribar a la metamorfosi.

I- Larva capturada de 49 mm de longitud que arriba fins als 52,5 mm (el màxim com a larva) en 23 dies (creixent a raó de 0,152 mm/dia). Respiració exclusivament branquial.

II- En dos dies experimenta una regressió de 1 mm en la longitud. Aquesta regressió s'explica per la reabsorció de la cresta (tant al dors com a l'extrem de la cua) pròpia dels períodes pre-metamorfosi. També es dona una acusada reabsorció dels plomalls branquials i un increment en la pigmentació (es fan patents les taques de color taronja. No grogues). A la respiració, encara branquial, se li afegeix la respiració pulmonar. Els pulmons s'han anat formant en les etapes prèvies i s'ha pogut observar com la larva, en els dies previs a la metamorfosi, feia ascensions a la superfície traient el cap de l'aigua, agafant aire. Aquesta ingestió d'aire li servia, de segur, per anar exercitant la capacitat pulmonar que li seria indispensable en jorns propers. L'aire que agafava era deixat anar posteriorment a l'aigua, formant bombolles. A mesura que s'acosta la metamorfosi la respiració pulmonar guanya efectivitat en detriment de la branquial. El procés és gradual i no pas sobtat.

III- Amb una longitud final de 51,1 mm es produeix la METAMORFOSI un dia després. El plomall branquial és gairebé inexistent. Al seu lloc s'observen unes protuberàncies granuloses (que seran les precursoras de les glàndules paròtides). La respiració en aquesta etapa és exclusivament pulmonar. La pell encara no és capaç de realitzar un intercanvi gasós (r. cutànea) amb el medi.

Al moment de la metamorfosi la quantitat de serotonina (que donarà un gust molt dolent a la pell, i és irritant per a les mucoses dels possibles predadors) que segreguen les glàndules seroses (que a més segreguen polipèptids i tripèptids) a la pell es multiplica per 70. Aquesta secreció evitarà que els individus nou-metamorfosats de l'espècie siguin fàcilment depredats.

En cas de ser molestada, la velocitat de fugida que demostra és, en tot cas, superior a la de qualsevol adult de l'espècie.

### *ETAPES DE DESENVOLUPAMENT POST-METAMORFOSI*

I- Un dia després de la metamorfosi la pell de la salamandra roman seca. Aquesta sequedat ens indicaria que encara no es dona la respiració cutània, que requereix per

a l'intercanvi de gasos, una pell humida. Les glàndules mucoses, responsables de la secreció humidificadora (segregen mucopolisacàrids àcids i glúcids) de la pell, encara no són actives. Aquesta secreció no es donarà fins que les glàndules mucoses s'hagin diferenciat. El color carbassa (taronja) de la pell s'enfosqueix.

II- 3 dies després de la metamorfosi, encara no ha acceptat aliment. La pell, en canvi, presenta ja un aspecte humit. Amb un multítester mesuro la resistència elèctrica de la pell. Quan el dia abans la resistència era "d'infinit" (no hi havia conducció), ara era de 500.000 oms a totes les parts del cos, cosa que significava que hi havia una certa humitat que afavoria la conducció elèctrica. Aquesta humitat podria indicar un inici de l'activitat de les glàndules mucoses i com a conseqüència un inici de la respiració cutània.

III- Fent mesures de la resistència elèctrica dos dies després m'adono que aquesta varia segons la part del cos en què es facin les mesures. Resistència més gran al cap i al dors que als costats. Continua sense menjar.

IV- Tot i no haver menjat encara després de 9 dies d'haver-se metamorfosat la longitud ha augmentat en 1 mm. Ara mesura 52 mm.

V- 15 dies després de la M. es dona un període en què presentarà una activitat accelerada, provant de fugir, pujant als vidres del terrari, i corrent en totes direccions a una velocitat considerable. Sembla observar-se de forma general que les nou-metamorfosades són molt més ràpides de moviments què les adultes. Aquest és el primer dia en què detecto aquest comportament "accelerat".

VI- Accepta aliment per primer cop 16 dies després de la M. Mesura 52,2 mm. 22 dies després de M. les paròtides són ben patents i el color taronja de les taques s'ha aclarit una mica, acostant-se més a matisos grocs.

VII- 3 mesos després de la M., mesura 61 mm de longitud. Des de l'última mesura (52,2 mm), ha crescut a raó de 0,22 mm/dia. La resistència elèctrica de la pell ha baixat progressivament en tot aquest temps. Suposo que les glàndules s'han anat diferenciant fins adquirir una màxima maduresa i funcionalitat.



Foto: nou-metamorfosat de *Salamandra salamandra*.

## L'ACTIVITAT EN LES SALAMANDRES NOU-METAMORFOSADES

Sembla que un cop la salamandra realitza la metamorfosi, romandria uns dies amagada, al costat o a prop del punt d'aigua d'on ha sortit, en espera que les glàndules mucoses segreguin el moc humit que ha de permetre l'intercanvi de gasos de la respiració cutània.

Un cop activat el funcionament d'aquestes glàndules, es donaria una fase d'activitat accelerada en la qual la salamandra es desplaçaria (a una velocitat considerable en comparació a la dels individus adults) envers altres indrets, cosa que contribuiria a l'eixamplament (dispersió) territorial de l'espècie.

Tenint en compte que la  $T^a$  òptima d'activitat en adults es troba entre 3 i 11 °C i que la H.R. òptima d'activitat és entre 78 i 100 % (sempre per la població estudiada); podem observar quines són la  $T^a$  i la H.R. òptima d'activitat per individus nou-metamorfosats i comparar-ne les possibles diferències.

Per aquestes mesures posem 6 individus nou-metamorfosats en un terrari exterior de 1 metre quadrat de superfície. Situem punts d'aigua i diversos amagatalls perquè puguin escollir. A partir d'aquí fem observacions diàries per saber en quines condicions es mostren actius i en quines no.

Tan sols un dia s'observen els 6 individus fora dels amagatalls; les condicions en què es fa aquesta observació són:

$$T^a = 7,75 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\text{H.R.} = 93,5 \text{ } \%$$

En un altre dia en què s'observen tots els individus menys un (5) les condicions eren:

$$T^a = 11 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\text{H.R.} = 53 \text{ } \%$$

La mínima H.R. en què s'observa algun individu és de 53 % i la màxima de 93,5 %.

La mínima  $T^a$  en què s'observa algun individu és de 7 °C i la màxima de 12 °C.

És, doncs, gairebé impossible establir alguna relació de diferència amb els òptims de funcionament dels adults.

Per aquest grup d'observacions podríem establir un interval (segons l'abundància d'avistaments) de  $T^a$  i H.R. en la qual es dona l'activitat.

Per la  $T^a$  l'interval es trobaria entre:

$$7 \text{ } ^\circ\text{C} - 12 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (\bar{X} = 10,03 \text{ } ^\circ\text{C})$$

Per la H.R. l'interval seria entre:

$$53 \text{ } \% - 100 \text{ } \% \quad (\bar{X} = 74,4 \text{ } \%)$$



## APÈNDIX I

### *Posta accidental d'ous en Salamandra salamandra ssp. bejarae*

El propassat novembre (1992) va arribar a les instal·lacions de COMAM un exemplar femella de *Salamandra salamandra ssp. bejarae*. L'individu, amb el núm. 110 de fitxa d'entrada al centre pesava inicialment 30 grams i mesurava una llargada total de 170 mm. L'amplada del cap era de 18,5 mm. (mesures fetes el 21-XI-92).

L'exemplar provenia d'un rescat fet en un pou sec, on també va trobar-se un mascle de la mateixa espècie, ambdós en un estat considerable de deshidratació.

Després d'uns dies d'hidratació natural (els individus restaven gairebé submergits del tot a l'aigua i es recuperaven de les seves deficiències hídriques absorbint el líquid element a través de la pell).

El dia 3-XII-92, la salamandra femella va pondre 19 ous esfèrics i d'escassa consistència al fons de l'aigua de l'aquaterrari. Eren de mida variable, translúcids i amb dos pols diferenciats (un, el pol apical, era més petit que l'altre, el pol basal) de color blanc.

El dia 7-XII-92, s'ha produït una segona expulsió d'ous; en aquesta ocasió en menys nombre (10). Hem provat de conservar-ne alguns amb aigua, altres amb dilucions de formol o d'alcohol, però en tots els casos, la fragilitat dels ous ha donat com a conseqüència la total degeneració.

L'última posta va ser el 10-XII-92, i sols va pondre 1 ou.

### *Mesures i Mitjana*

Primera posta (en mm):

5,5/6,0/6,5/6,5/6,0/5,5/6,0/6,0/6,0/6,0/6,0/5,5/6,0/5,9/6,0, 11/6,0/7,0

$\bar{X}=6,3$  (n=18, perquè 1 es va trencar prèvia mesura)

Segona posta:

6,8/5,5/7,2/7,0/6,0/4,6

$\bar{X}= 6,18$  (n=6, perquè 4 eren desfets)

Tercera posta: No mesurat (era trencat).

Núm. total: 30 ous (n= 24, els ous mesurats)

$\bar{X}$  total de les tres postes = 6,27 mm de mitjana.

### *Discussió*

Sembla que no existeixen en bibliografia casos descrits d'aquest estil.

Havent-ho consultat per carta al Dr. Barbadillo (Departament de Biologia de la Universitat Autònoma de Madrid) em comenta que el fet de la posta és conseqüència de l'estat de deshidratació i estrès i que no té cap més rellevància.

En tot cas serveixen les mesures dels ous com a referència a un cas curiós d'avortament en salamandra.

## APÈNDIX II

### *Regeneració de membres en larves*

L'observació puntual de dues larves amb la pota anterior dreta amputada, que presenten un monyó de la mateixa mida i forma (que no presenta irregularitats en el seu contorn) fa pensar que es tracta d'una deficiència transmesa genèticament i no pas fruit de la casual acció d'un predador o d'una altra larva més gran que hagi mossegat les dues larves en la mateixa pota i de la mateixa forma. La longitud d'aquestes dues larves difereix en dos mm (27mm i 29mm), cosa que ens fa suposar que les larves, en eixir de la mare no tenen perquè tenir la mateixa mida. Cal dir que a la font he observat més larves de mides similars que presentaven la mateixa carència del membre anterior dret (podria ser que totes les larves de la mateixa femella presentessin aquesta malformació), que encara refermaria més l'origen genètic d'aquesta deficiència.

Mantingudes en captivitat, a una temperatura que oscil·lava entre els 12 i els 15 °C, el desenvolupament del monyó es fa visible als 23 dies, on ja s'ha arribat a regenerar fins gairebé el colze.

Vint dies després pot observar-se un engruiximent del que seria la zona del colze, on sembla que es vulgui donar la formació dels dits.

Catorze dies després pot veure's la formació correcta dels quatre dits en una de les larves (el braç, però, és més curt del que li correspondria). En l'altra larva sols hi ha tres dits ben desenvolupats.

Així doncs, podríem dir que la regeneració ha estat ràpida (47 dies) però incompleta (ambdues larves han desenvolupat correctament el seu braç fins al colze, però a partir d'aquí, han desenvolupat els dits sense que l'avantbraç hagi estat regenerat). En un dels casos, el núm. de dits ha estat inferior (3) al que li correspondria (4). Els condicionants externs i interns per la diferent regeneració en els dos individus em són desconeguts.

## APÈNDIX III

### *Malalties en les larves*

Com dèiem, moltes larves moren fruit de la infecció de les ferides causades per les mossegades de les seves congèneres.

Hi ha però, altres malalties, que tot i tenir un desenvolupament infecciós, presenten un origen bioquímic en les seves causes.

La pesta: és una malaltia exclusiva dels urodels aquàtics. Els afectats presenten unes pústules blanquinoses a la pell que sovint són un canal d'infecció pels fongs. Es creu que es podria tractar d'una alteració bioquímica del metabolisme dels animals, on la causa principal es trobaria en uns factors ambientals negatius per a l'urodel. Aquests factors podrien ser: les temperatures excessives, els pH de l'aigua, etc.

De les larves observades en captivitat a l'exterior (Tª molt baixa) 3 individus que van morir presentaven unes pústules globuloses i blanquinoses a la pell, en les bandes costals.

Fet un tintat del teixit afectat i observat al microscopi a diferents augments vaig poder constatar la presència d'algues filamentosos i hifes de fongs entre les cèl·lules epitelials de la larva. Aquesta observació ens podria confirmar que la causa de la mort podria ser la pesta, i ens indicaria que aquesta malaltia no només afecta els urodels aquàtics, sinó que també ataca les fases larvàries(aquàtiques) dels urodels terrestres.

## APÈNDIX IV

### *Distribució de S. salamandra a la comarca de l'Anoia.*

La salamandra, quan és adulta, no requereix de l'aigua de forma directa, però li és indispensable a l'hora de parir les seves cries.

Tenint en compte el progressiu deteriorament dels aqüífers i dels cursos d'aigua de la nostra comarca, arribarem a la conclusió que en els últims anys per força s'ha d'haver donat una important regressió de la població.

La salamandra com a condició indispensable per donar llum a les seves larves necessitarà aigua neta, oxigenada (les larves, però, poden adaptar-se a l'escassa concentració de l'oxigen mercès a un increment de la superfície d'absorció de les seves brànquies) i gens contaminada o si més no amb un escàs índex d'eutrofització (poden veure's larves en tolls on l'eutrofització és considerable, fruit dels abocaments de porcs de les granges); en cap cas resistiran les aigües contaminades amb productes inorgànics o eutrofitzades fins a unes D.B.O (demanda biològica d'oxigen) excessives.

A la comarca de l'Anoia (com a la majoria de Catalunya) les aigües han patit una davallada impressionant de qualitat i en conseqüència el nombre de salamandres observable ha anat disminuint els últims anys.

Només on l'aigua sigui neta (algunes fonts, fonts de clot, aigües d'escorriment d'aquestes o clots de torrents i rieres, que lluny dels nuclis habitats encara no hagin estat embrutats) podrà donar cabuda a les larves de salamandra.

Les salamandres tenen una elevada longevitat que en captivitat ha estat comprovada fins als 24 anys i que en condicions naturals oscil·la a l'entorn dels 20. Això fa que encara no puguin observar-se unes davallades espectaculars de les poblacions que es donaran, però, irremissiblement en un futur, car els hàbitats de cria s'estan reduint dràsticament i cada cop hi ha menys espais amb aigua apta per a la seva reproducció.

A les zones afectades pels incendis forestals que es trobin aïllades d'altres nuclis boscosos amb poblacions estables d'aquest urodel (que aportarien les cries excedents, que arribarien a la zona on s'havien extingit mercès a la fase d'activitat accelerada) no podrà donar-se una recuperació de la població.

També les zones d'extrema sequedat i manca de l'estrat arbori de la vegetació estaran faltades d'aquest amfibi.

Quedarà clar que ni al riu Anoia ni als seus afluents contaminats, podran trobar-se larves, ni a la resta dels punts de la comarca que reuneixin semblants condicions.

Hem pogut comprovar la presència de salamandres als termes municipals següents:

La Torre de Claramunt, Cabrera d'Anoia, Vallbona, Piera, Els Hostalets de Pierola, Masquefa, Òdena, El Bruc, Castellolí, Collbató, Carme, Orpí, Sta. Margarida de Montbui, Rubió, La Llacuna, Capellades, La Pobla de Claramunt, i Argençola.

Creiem segur que en els altres termes municipals de la comarca, també es pot trobar aquest amfibi malgrat que nosaltres no ho hàgim corroborat personalment. Com sempre, aquest animal es veurà en els indrets adients i visitarà per criar totes les fonts i punts d'aigua que restin nets a la comarca.

### *Efectes que redueixen les poblacions de Salamandra salamandra a la comarca de l'Anoia*

- a) La contaminació de les aigües superficials, que és, sens dubte, el factor més determinant i que pot portar en un llarg termini a l'extinció de l'espècie a la comarca.
- b) La destrucció de fonts i el dessecament de basses que utilitzen els adults per criar.
- c) Els incendis forestals que acabaran directament amb alguns animals i alhora destruiran una cobertura vegetal, que és bàsica per a la regulació de la humitat ambiental (factor al que estan lligades de forma vital) i per a la protecció dels predadors (en menor grau).
- d) Les carreteres, on poden ser aixafats nombrosos exemplars en les nits de pluja de màxima activitat de l'espècie.

### *Solucions que es plantegen*

- 1) Evitar la contaminació de les aigües, sobretot de les fonts i els petits torrents, que són l'últim reducte de cria, atès el pèssim estat dels rius.
- 2) Evitar la destrucció de fonts, restaurar-ne les malmeses, reconstruint les piques on es pot acumular aigua i on podrien ser dipositades les larves en temps de cria.  
Evitar la dessecació voluntària de les basses de rec i d'abeuratge de bestiar.
- 3) Fer estudis dels canvis de població després d'un incendi i establir mesures de repoblament amb individus excedents de zones pròximes (per evitar el trànsit artificial de subespècies).
- 4) Construir en els punts conflictius de les carreteres (on sempre coincideixen les observacions d'animals aixafats de diverses espècies) uns túnels de pas per a amfibis com els que s'estan construint a bona part d'Europa.

## BIBLIOGRAFIA

- Barbadillo Escriba, Luis Javier (1987). *La guía de Incafo de los anfibios y reptiles de la Península Ibérica, Islas Baleares y Canarias*. Ed. INCAFO.
- Bas, Santiago (1982). "La actividad de la salamandra, *Salamandra salamandra* (L.), en Galicia". Doñana, *Acta Vertebrata*, 9: 41-52.
- Degani, Gad (1979). "Seasonal activity of adult and juvenile *Salamandra salamandra* at southern limit of their distribution". *British Journal of Herpetology*, Vol. 6, pp. 79-81.
- Degani, Gad (1980). "The adaptation of *Salamandra salamandra* (L.) from different habitats to terrestrial life". *British Journal of Herpetology*, Vol.6, pp. 169-172.
- Degani, Gad (1981). "Temperature tolerance in three populations of Salamanders, *Salamandra salamandra* (L.)". *British Journal of Herpetology*, Vol.6 pp.186-197 (1982).
- Degani, Gad (1982). "Seasonal activity of *Salamandra salamandra* (L.) in the Headwaters of the Jordan river". *Israel Journal of Zoology*, Vol. 31, 1982, pp.77-85.
- Fox, H. (1983). *Amphibian Morphogenesis*. Ed. Humana Press.
- García Paris, Mario (1985). *Los anfibios de España*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Hourdry, J. et Beaumont, A. (1985). *Les métamorphoses des Amphibiens*. Ed. Masson.
- Luthardt, G. and Roth, G. (1979). "The relationship between Stimulus Orientation and Stimulus Movement Pattern in the Prey Catching Behavior of *Salamandra salamandra*". *Copeia*, 1979(3), pp.442-447.
- Maluquer, Joaquim (1916 e). "Primera llista de Rèptils i Amfibis de Catalunya". *Butll. Ins. Cat. Hist. Nat.*, 16: 55-63.
- Maluquer, J. (1917 i). "De Re Herpetologica". *Butll. Ins. Cat. Hist. Nat.*, 17:108-111.
- Salvador, Alfredo (1985). *Guía de campo de los anfibios y reptiles de la Península Ibérica, islas Baleares y Canarias*. A. Salvador. León.
- Vives Balmaña, M.\* V.\* (1983). *Contribució al coneixement de la fauna herpetològica de Catalunya*. Institut d'Estudis Catalans, 1990

