

ESTUDIS SOBRE BIOLOGIA, ECOLOGIA I CONTAMINACIÓ EN ELS VERTEBRATS DEL DELTA DE L'EBRE

Gustavo A. Llorente, Xavier Ruiz, Miguel Ángel Carretero i Xavier Santos
Departament de Biologia Animal (Vertebrats). Facultat de Biologia. Universitat de Barcelona

La importància faunística i biològica del delta de l'Ebre és molt palesa. Si a aquest fet s'afegeix l'àmplia influència humana que rep, sobretot de caire agrícola, amb la utilització de molts tipus de plaguicides que això comporta, és lògic que molts investigadors de diversos camps hagin estat atrets per aquest ecosistema. El treball biològic al delta de l'Ebre dut a terme pel personal adscrit a la Secció de Zoologia (Vertebrats) ha estat i és molt variat. Els primers estudis van ser faunístics, de prospecció de les espècies vertebrades que viuen al Delta, per passar a continuació a estudiar la biologia i l'ecologia de determinades espècies considerades, *a priori*, de gran importància.

ESTUDIS SOBRE CONTAMINACIÓ

Un dels camps més treballats ha estat el de la contaminació per diferents contaminants situats dins del grup dels organoclorats, com són, fonamentalment, els ciclodienics i, sobretot, els DDT i els PCB. Els primers estudis portats a terme han estat una exploració dels nivells de contaminants (Ruiz *et al.*, 1979) en aus de gran importància en el sistema, com són l'esplugabous (*Bubulcus ibis*) i diverses espècies d'ànecs (*Anas platyrhynchos*, *Anas crecca*, *Anas clypeata* i *Netta rufina*). L'elecció d'aquestes espècies és, d'una banda, a causa de la seva abundància pel fet de trobar-se al límit de la distribució i al fet d'ésser un depredador que ocupa un nivell elevat en la xarxa tròfica (esplugabous), així com, d'altra banda, pel fet de trobar-se en un nivell baix de la xarxa tròfica i ser un animal que l'ésser humà consumeix (les anàtides). Els resultats obtinguts, com succeeix en tot estudi d'aquest tipus, mostren molta variabilitat i són difícils d'interpretar. Així, el pas següent va ser intentar establir les relacions entre els diferents nivells de contaminants i diversos paràmetres biològics, com ara el nivell tròfic, la mobilització dels contaminants

al llarg del creixement, els diferents estatus (migrador/no migrador) i els efectes directes en la reproducció, sobretot analitzant la possible disminució del gruix de la closca causada pels nivells d'un metabòlit del DDT: el DDE. Com a conclusió global, s'intentà establir una mostra que fos tan idònia com fos possible per poder fer comparacions.

En relació amb el nivell tròfic, es va comprovar la influència d'aquest paràmetre en els nivells de residus; així, els ànecs, amb un component alimentari més ric en matèria animal, acumulen més quantitat total de residus; de la mateixa manera, els ànecs migradors mostren una quantitat relativa de contaminants organoclorats circulants més alta —com es pot veure en els nivells trobats al ronyó— que els ànecs sedentaris (Llorente *et al.*, 1983). Els diferents models de creixement també han mostrat diferències apreciables. Per una banda, s'ha pogut verificar el comportament diferencial dels diversos tipus de contaminants organoclorats; així, els PCB mostren una afinitat pels lípids de tipus metabòlic més alta, mentre que els ciclo-diènic i els DDT tenen més afinitat pels lípids de tipus estructural (membranes cel·lulars). Així, en el teixit nerviós (cervell), no es troben residus de PCB, ja que els lípids d'aquest teixit són fonamentalment metabòlics (Ruiz *et al.*, 1984). D'altra banda, s'ha comprovat la diferent distribució relativa dels contaminants entre les aus precocials (ànecs) i les aus semialtricials (esplugabous), que correspon al diferent model de creixement: els precocials mostren una major quantitat percentual de residus en el múscle, fetge i cervell, mentre que els semialtricials tenen més residus que circulen per la sang (Llorente *et al.*, 1986).

Els efectes directes sobre la disminució del gruix de la closca en les aus del Delta causada pels nivells de DDE s'ha comprovat en els ous d'esplugabous (Ruiz *et al.*, 1982), així com en l'ànec collverd (*Anas platyrhynchos*). En aquesta última espècie s'ha comprovat també l'efecte sinèrgic amb el DDE que tenen els PCB en la disminució del gruix de la closca (Llorente, 1984).

Altres estudis sobre altres tipus de contaminació s'han dut a terme en col·laboració amb el CSIC: la contaminació per hidrocarburs (Llorente *et al.*, 1987). Per altra banda, d'alguns vertebrats s'ha analitzat un cicle anyal complet de contaminació (esplugabous i dos peixos: *Cyprinus carpio* i *Anguilla*). En els peixos s'ha comprovat, entre altres resultats, que els moments de reproducció coincideixen amb els moments de descontaminació forta en les femelles (Ruiz i Llorente, 1991). Tots aquests resultats han conduït a una planificació del mostreig que tendeix a incidir, sempre que sigui possible, en teixits amb poca variació dels nivells lipídics o en unitats individuals, com els ous de les aus, que ofereixen una variació més baixa.

ESTUDIS SOBRE ARDEIDS AL DELTA DE L'EBRE

Els treballs sobre ardeids al delta de l'Ebre van començar l'any 1978, encara que van ser especialment intensos el 1979 i el 1980. En aquells anys, es va treballar

bàsicament amb una espècie: l'esplugabous (*Bubulcus ibis*), tot i que es prenen dades d'altres espècies que també es trobaven a les colònies de nidificació; el martinet ros (*Ardeola ralloides*), l'agró roig (*Ardea purpurea*) i el martinet blanc (*Egretta garzetta*) (Ruiz, 1982; Ruiz, 1985). Posteriorment, es va iniciar un estudi més profund sobre la biologia reproductiva de l'agró roig, aleshores en procés de recuperació després de l'enorme davallada que va patir la seva població a final dels anys setanta (González-Martín *et al.*, 1992). L'any 1986 es va dur a terme un projecte d'estudi sobre el valor adaptatiu de la variabilitat d'alguns paràmetres de reproducció en ardeids, en particular, i en aus, en general, com ara la variació intraposta de la mida del ous, la taxa de creixement, la mortalitat dels polls, etc. Alhora, es prenen sèries de dades sobre la biologia bàsica de les espècies: fenologia de la reproducció, mida de la posta, alimentació dels polls i nivells de contaminants en els ous i en teixits de polls trobats morts a les colònies. Juntament amb aquestes qüestions, s'ha desenvolupat una línia d'estudi del niuparasitisme en ardeids a partir dels casos observats. Actualment, s'estan fent estudis per determinar el cicle de producció de macroinvertebrats als arrossars del Delta i analitzar la biologia reproductiva del martinet de nit, *Nycticorax nycticorax* (Martínez *et al.*, 1992), així com del martinet menut, *I. minutus*.

Un estudi sobre els nivells de contaminació per plaguicides organoclorats en la serp d'aigua (*Natrix maura*) indica que el grau de contaminació augmenta a la primavera, coincidint amb l'augment de l'activitat tròfica, i que les femelles es descontaminen mitjançant el procés de vitel·logènesi (Santos *et al.* 1999). Aparentment, encara que falten altres tipus d'estudi sobre els efectes d'aquests compostos químics, els nivells de contaminants no afecten l'èxit reproductor d'aquesta espècie.

ESTUDIS HERPETOLÒGICS AL DELTA DE L'EBRE

Pel que fa als estudis sobre amfibis i rèptils al Delta, s'ha de dir que, històricament, van començar més tard que els dels altres vertebrats. Els primers treballs (Gosalbez, 1977; Vives-Balmaña, 1982) presentaven les primeres dades faunístiques. Posteriorment, es van dur a terme noves prospeccions que van concloure amb l'elaboració de la publicació: *Herpetofauna del delta de l'Ebre: distribució i conservació de les espècies* (Llorente *et al.*, 1991), integrat més tard a l'*Atlas dels amfibis i rèptils de Catalunya i Andorra* (Llorente *et al.*, 1995). En el primer treball es recollia no només un inventari de les espècies presents i la seva abundància, sinó també una referència directa als elements que en determinen la distribució actual, tant de tipus històric com ecològic, sense oblidar els canvis recents causats per l'acció humana. Tanmateix, es comentaven els factors d'amenaça per a la conservació de la rica herpetofauna deltaica (deu amfibis i divuit rèptils).

D'altra banda, partint d'aquest coneixement i de manera simultània, s'ha passat a l'estudi més específic del paper que representen els rèptils en l'ecosistema deltaic.

Per això s'han escollit espècies significatives i se n'ha estudiat l'ecologia i el cycle reproductiu, que han estat objecte de tres tesis doctorals, una d'elles en curs actualment.

Les sargantanes que habiten els sorrals costaners, com el sargantaner gros (*Psammodromus algirus*) i la sargantana cua-roja (*Acanthodactylus erythrurus*), representen espècies molt allunyades de l'aigua i, per tant, aquelles que tenen un cycle biològic més independent de l'arrossar. Aquest cycle és controlat per la condició fisiològica de la femella, la temperatura i el fotoperíode. Les sargantanes representen un nus important en la xarxa tròfica pel seu caràcter entomòfag. Encara que conviuen al mateix indret (per exemple, les dunes de Riomar), totes dues espècies segueixen estratègies tròfiques molt diferents, i és la segona la més determinada pels seus condicionaments històrics. Una gran abundància de mosquits porta, paradoxalment, al fet que la dieta del sargantaner gros sigui més estenòfaga en consumir aquest recurs més abundant de manera oportunista (Carretero i Llorente, 1993). L'estudi de l'ecologia tèrmica i el nínxol temporal confirmen aquesta tendència ja que la sargantana cua-roja resulta més termòfila amb períodes d'activitat més restringits en comparació amb el sargantaner gros (Carretero i Llorente, 1995). Finalment, existeixen clares diferències entre ambdues espècies pel que fa a l'ús de l'espai, particularment segons el tipus de cobertura vegetal (Carretero i Llorente, 1997), associades a les seves característiques morfològiques (Carretero i Llorente, 1993-1994).

D'altra banda, són dues les espècies que pels seus requeriments ecològics estan força lligades al medi aquàtic i, per tant, al cycle de l'arrossar, la superfície humida més extensa al Delta: la granota verda (*Rana perezi*) i la serp d'aigua (*Natrix maura*). L'estudi realitzat amb la primera de les espècies suposa una important revisió i innovació de la metodologia aplicable als estudis d'ecologia tròfica i ha estat objecte d'una tesi doctoral (Jover, 1989). La granota verda, un amfibi força abundant a tot el Delta, té com a presa fonamental els dípters. Tant el cycle biològic de les preses mateixes, com els tractaments biosanitaris que es realitzen sobre l'arrossar produeixen importants variacions individuals en la dieta de les granotes. Aquest fet es posa de manifest quan augmenta la diversitat poblacional en les mostres dels mesos afectats.

La serp d'aigua, l'ofidi més abundant al Delta, mostra un cycle fenològic molt adaptat al cycle de l'arrossar (Santos i Llorente, en premsa). Atès que l'arrossar regula la presència de preses que consumeix la serp d'aigua, l'activitat reproductora mostra un retard d'un mes en comparació amb altres poblacions peninsulars; l'inici del període reproductor coincideix amb la inundació dels arrossars i dels canals. D'aquesta manera, el període de posta es perllonga fins ben entrat l'estiu, fet inusual en altres poblacions. Tanmateix, la seva alimentació (Santos i Llorente, 1998), que es fonamenta en anurs (granotes i capgrossos) i peixos (sobretot alevins), també està sotmesa a les variacions hídriques de l'arrossar. Els anurs es consumeixen, sobretot, quan no hi ha aigua; mentre que els peixos, freqüents en tot el sistema de canals, es consumeixen preferentment quan aquests estan inundats. Existeixen diferències

Per això s'han escollit espècies significatives i se n'ha estudiat l'ecologia i el cicle reproductiu, que han estat objecte de tres tesis doctorals, una d'elles en curs actualment.

Les sargantanes que habiten els sorrals costaners, com el sargantaner gros (*Psammodromus algirus*) i la sargantana cua-roja (*Acanthodactylus erythrurus*), representen espècies molt allunyades de l'aigua i, per tant, aquelles que tenen un cicle biològic més independent de l'arrossar. Aquest cicle és controlat per la condició fisiològica de la femella, la temperatura i el fotoperíode. Les sargantanes representen un nus important en la xarxa tròfica pel seu caràcter entomòfag. Encara que conviuen al mateix indret (per exemple, les dunes de Riomar), totes dues espècies segueixen estratègies tròfiques molt diferents, i és la segona la més determinada pels seus condicionaments històrics. Una gran abundància de mosquits porta, paradoxalment, al fet que la dieta del sargantaner gros sigui més estenòfaga en consumir aquest recurs més abundant de manera oportunista (Carretero i Llorente, 1993). L'estudi de l'ecologia tèrmica i el nínxol temporal confirmen aquesta tendència ja que la sargantana cua-roja resulta més termòfila amb períodes d'activitat més restringits en comparació amb el sargantaner gros (Carretero i Llorente, 1995). Finalment, existeixen clares diferències entre ambdues espècies pel que fa a l'ús de l'espai, particularment segons el tipus de cobertura vegetal (Carretero i Llorente, 1997), associades a les seves característiques morfològiques (Carretero i Llorente, 1993-1994).

D'altra banda, són dues les espècies que pels seus requeriments ecològics estan força lligades al medi aquàtic i, per tant, al cicle de l'arrossar, la superfície humida més extensa al Delta: la granota verda (*Rana perezi*) i la serp d'aigua (*Natrix maura*). L'estudi realitzat amb la primera de les espècies suposa una important revisió i innovació de la metodologia aplicable als estudis d'ecologia tròfica i ha estat objecte d'una tesi doctoral (Jover, 1989). La granota verda, un amfibi força abundant a tot el Delta, té com a presa fonamental els dípters. Tant el cicle biològic de les preses mateixes, com els tractaments biosanitaris que es realitzen sobre l'arrossar produeixen importants variacions individuals en la dieta de les granotes. Aquest fet es posa de manifest quan augmenta la diversitat poblacional en les mostres dels mesos afectats.

La serp d'aigua, l'ofidi més abundant al Delta, mostra un cicle fenològic molt adaptat al cicle de l'arrossar (Santos i Llorente, en premsa). Atès que l'arrossar regula la presència de preses que consumeix la serp d'aigua, l'activitat reproductora mostra un retard d'un mes en comparació amb altres poblacions peninsulars; l'inici del període reproductor coincideix amb la inundació dels arrossars i dels canals. D'aquesta manera, el període de posta es perllonga fins ben entrat l'estiu, fet inusual en altres poblacions. Tanmateix, la seva alimentació (Santos i Llorente, 1998), que es fonamenta en anurs (granotes i capgrossos) i peixos (sobretot alevins), també està sotmesa a les variacions hídriques de l'arrossar. Els anurs es consumeixen, sobretot, quan no hi ha aigua; mentre que els peixos, freqüents en tot el sistema de canals, es consumeixen preferentment quan aquests estan inundats. Existeixen diferències

en la dieta (tipus i mida) al llarg del creixement, així com diferències segons el sexe. Per tant, els adults consumeixen més granotes i no depreden *Gambusia holbrooki*, un peix de mida petita molt abundant al delta de l'Ebre, cosa que sí que fan els juvenils. El nombre de preses dels mascles és més alt que en les femelles, encara que, en aquestes, les preses consumides són més grans. El mes d'abril es confirma com un més crític en el cicle biològic de les serps d'aigua, ja que no hi ha aigua dins l'arrossar i l'aliment és escàs. Tenir dades de la disponibilitat tròfica de l'arrossar ha permès fer un estudi comparatiu de la dieta de les serps i de les preses que es troben al medi (Santos *et al.*, 2000). Es pot constatar el consum selectiu de granotes a la primavera per les femelles (que són un suplement energètic important en el moment de l'inici de la vitel·logènesi) i dels capgrossos pels juvenils (són una presa petita i fàcil de capturar). Finalment, estudis sobre la mobilitat i l'aprofitament de l'espai d'aquestes serps, realitzats mitjançant radiotelemetria, han donat informació sobre l'activitat i l'ocupació de l'hàbitat (Santos i Llorente, 1997). A la primavera, les serps es troben principalment a l'aigua, on s'alimenten. En aquest medi, les serps es comporten com termoconformes, mentre que a terra es comporten com termoreguladors imperfectes. La temperatura corporal depèn més de la temperatura del substrat que de la temperatura de l'ambient. Aquest resultat ens permet classificar aquesta espècie com a tigmoterma.

Gener de 2001

BIBLIOGRAFIA

- CARRETERO, M. A.; LLORENTE, G. A. «Feeding of two sympatric lacertids in a sandy coastal area (Ebro Delta, Spain)». A: BÖHME, W.; PÉREZ-MELLADO, V.; VALAKOS, E.; MARAGOU, P. [ed]. *Lacertids of the Mediterranean Region. A Biological approach*. Hellenic Zoological Society, 1993, p. 155-172.
- «Morfometria de *Psammodromus algirus* i *Acanthodactylus erythrurus* al Delta de l'Ebre». *Butll. Parc Natural Delta de l'Ebre*, 8 (1993-1994), p. 19-26.
- «Thermal and temporal patterns of two Mediterranean Lacertidae». A: LLORENTE, G. A.; MONTORI, A.; SANTOS, X.; CARRETERO, M. A. *Scientia Herpetologica*. Asociación Herpetológica Española, 1995, p. 213-223.
- «Habitat preferences of two sympatric lacertids in the Ebro Delta (NE Spain)». A: BÖHME, W.; BISCHOFF, W.; ZEIGLER, T. [ed.]. *Herpetologia Bonnensis*. SEH. Bonn, 1997, p. 51-62.
- GONZÁLEZ-MARTÍN, M.; RUIZ, X.; LLORENTE, G. A. «Breeding parameters of a recovering population of Purple Herons in the Ebro Delta, Spain». *Miscel·lània Zoològica*, 16 (1992), p. 147-160.
- GOSÁLBEZ, J. «Herpetofauna i mastofauna del delta de l'Ebre». A: *Sistemes naturals del delta de l'Ebre*. 1977, p. 303-321.
- JOVER, L. *Nuevas aportaciones a la tipificación trófica poblacional: El caso de Rana perezi en el Delta del Ebro*. 1989. [Tesi doctoral]

- LLORENTE, G. A. *Contribución al conocimiento de la biología y ecología de cuatro especies de Anátidas en el delta del Ebro*. Barcelona: Publicacions de la Universitat de Barcelona, 1984. 50 p.
- LLORENTE, G. A.; MONTORI, A.; SANTOS, X.; CARRETERO, M. A. *Atlas dels amfibis i rèptils a Catalunya i Andorra*. Figueres: El Brau, 1995. 192 p.
- LLORENTE, G. A.; RUIZ, X.; NADAL, J. «Organochlorine pollution in Mallard and Red-Crested pochard ducklings from the Ebro Delta». A: *VII ICSEM/IOC/UNEP. Workshop on Marine Pollution of the Mediterranean*. Lucerna, 1984, p. 443-450.
- LLORENTE, G. A.; FONTENET, X.; MONTORI, A.; SANTOS, X.; CARRETERO, M. A. «Herpetofauna del delta de l'Ebre: distribució i conservació de les espècies». *Bulletí del Patrimoni Natural del Delta de l'Ebre*, 6 (1991), p. 14-21.
- LLORENTE, G. A.; FARRAN, A.; RUIZ, X.; ALBAIGES, J. «Accumulations and distribution of hydrocarbons PCBs and DDTs in tissues of three species of Anatide from Ebro Delta (Spain)». *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* [Springer-Verlag], 1 (4) (1987), p. 563-572.
- MARTINEZ, C.; RUIZ, X.; JOVER, L. «Alimentación de los pollos de martinete (*Nycticorax nycticorax*) en el Delta del Ebro». *Ardeola*, 39 (1) (1992), p. 25-34.
- RUIZ, X. *Contribución al conocimiento de la biología y ecología de *Bubulcus ibis* en el Delta del Ebro*, 1982. [Tesi doctoral]
- «An analysis of the diet of Cattle Egrets in the Ebro Delta, Spain». *Ardea*, 73 (1985) p. 49-60.
- RUIZ, X.; LLORENTE, G. A. «Seasonal variation of PCB and DDT in Muscle of Carp (*Cyprinus carpio*) and Eel (*Anguilla anguilla*) from the Ebro Delta, Spain». *Vie et Milieu*, 4 (2/3) (1991), p. 133-140.
- RUIZ, X.; LLORENTE, G. A.; NADAL, J. «Residuos de plaguicidas organoclorados en avifauna del Delta del Ebro». *Boletín Estatal del Centro de Ecología*, 8 (16) (1979), p. 17-24.
- «Incidence des composés organochlorés sur la viabilité de l'oeuf de *Bubulcus ibis* dans le Delta de l'Ebre». *VII ICSEM/IOC/UNEP. Workshop on Pollution on the Mediterranean*. Cannes, 1982-1983, p. 807-811.
- «Distribution pattern of organochlorine compounds in five tissues of *Bubulcus ibis* nestling (Aves, Ardeidae) from the Ebro Delta, Northeast Spain». *Vie et Milieu*, 34 (1) (1984) p. 21-26.
- SANTOS, X.; LLORENTE, G. A. «Actividad de *Natrix maura* en el delta del Ebro, analizada mediante técnicas de telemetría». *Rev. Esp. Herpetol.*, 11 (1997), p. 63-70.
- «Sexual and size-related differences in the diet of the snake *Natrix maura* from the Ebro Delta (Spain)». *Herpetological Journal*, 8, 1998, p. 161-165.
- «Seasonal variation on reproductive traits of the oviparous Water Snake *Natrix maura* in the Ebro Delta (Northeastern Spain)». *Journal of herpetology*. [En premsa]
- SANTOS, X.; GONZÁLEZ-SOLÍS, J.; LLORENTE, G. A. «Variation in the diet of the viperine snake *Natrix maura*, in relation to prey availability». *Ecography*, 23 (2) (2000), p. 185-192.
- SANTOS, X.; PASTOR, D.; LLORENTE, G. A.; ALBAIGES, J. «Organochlorine levels in the viperine snake *Natrix maura* carcasses from the Ebro Delta (NE Spain): Sexual and size-related differences». *Chemosphere*, 39 (15) (1999), p. 2641-2650.
- VIVES-BALMAÑA, M. V. *Contribución al conocimiento de la herpetofauna del noroeste de la Península Ibérica*. Barcelona: Universitat de Barcelona, 1982. [Tesi doctoral]