

GEA, FLORA ET FAUNA

Noves aportacions al coneixement de la teratologia elitral en coleòpters dinàstids ibèrics (Coleoptera: Scarabaeoidea)

Xavier Jeremías*

Rebut: 07.09.04

Acceptat: 17.11.04

Resum

S'aporten noves dades teratològiques observades en coleòpters dinàstids ibèrics (Coleoptera: Scarabaeoidea: Dynastidae), concretament en les espècies *Oryctes nasicornis* (Linnaeus, 1746), *Callicnemis latreillei* (Laporte de Castelnau, 1832) i *Phyllognathus excavatus* (Forster, 1771). Es descriu la plicatura elitral com una forma teratològica dels èlitres, aïllada o associada a altres defectes estructurals com braquielitria i alteracions del pronot. Es comenta l'impacte de diversos contaminants del medi i les alteracions morfològiques en els insectes com a bioindicadors de l'estrès mediambiental.

MOTS CLAU: plicatura elitral, teratologia, malformació, èlitres, *Oryctes nasicornis*, *Callicnemis latreillei*, *Phyllognathus excavatus*, estrès mediambiental, contaminants.

Abstract

New data on elytral teratology in Iberian dynastid beetles (Coleoptera, Scarabaeoidea)

We present new data on teratology in dynastid beetles (Coleoptera, Scarabaeoidea) from the Iberian Peninsula, specifically in *Oryctes nasicornis* (Linnaeus, 1746), *Callicnemis latreillei* (Laporte de Castelnau, 1832) and *Phyllognathus excavatus* (Forster, 1771). The «elytral plicature» described is a new elytral teratology, found isolated or associated with other structural malformations such as brachyelytria and changes in the pronotum. The effect of various environmental contaminants and the morphological changes in the insects as bioindicators of environmental stress are discussed.

KEY WORDS: elytral plicature, teratology, malformations, elytra, *Oryctes nasicornis*, *Phyllognathus excavatus*, *Callicnemis latreillei*, environmental stress, contamination.

Resumen

Nuevas aportaciones al conocimiento de la teratología elitral en coleópteros dinástidos ibéricos (Coleoptera, Scarabaeoidea)

Se aportan nuevos datos teratológicos observados en coleópteros dinástidos ibéricos (Coleoptera: Scarabaeoidea: Dynastidae), concretamente en las

* Museu de Zoologia. Passeig Picasso, s/n. 08003 Barcelona.

especies *Oryctes nasicornis* (Linnaeus, 1746), *Callignemis latreillei* (Laporte de Castelnau, 1832) y *Phyllognathus excavatus* (Forster, 1771). Se describe la plicatura elitral como una forma teratológica elitral, aislada o asociada a otros defectos estructurales como braquielitria y alteraciones del pronoto. Se comenta el impacto de diversos contaminantes del medio y las alteraciones morfológicas en los insectos como bioindicadores de estrés medioambiental.

PALABRAS CLAVE: plicatura elitral, teratología, malformación, élitros, *Oryctes nasicornis*, *Callignemis latreillei*, *Phyllognathus excavatus*, estrés medioambiental, contaminantes.

Introducció

Les alteracions teratològiques dels èlitres en coleòpters han motivat sempre interès per al seu estudi i han generat abundants referències bibliogràfiques. En aquest treball s'aporten noves dades observades sobre dinàstids ibèrics (Dynastidae) de les espècies *Oryctes nasicornis* Linnaeus, *Phyllognathus excavatus* Forster i *Callignemis latreillei* Laporte de Castelnau, i es descriu la plicatura elitral com una forma teratològica elitral, la qual s'ha observat de forma aïllada o associada a braquielitria, així com a altres anomalies morfològiques.

Es comenten altres alteracions teratògenes en insectes, principalment en els seus estadis larvals, valorant-les com a bons bioindicadors d'estrès mediambiental, així com l'impacte i les repercussions que tenen diversos contaminants en el medi.

Material i mètodes

Cent setanta-vuit exemplars d'*O. nasicornis*, noranta-set de *P. excavatus* i disset de *C. latreillei*, procedents de diverses localitats

de Catalunya i pertanyents a les col·leccions del Museu de Zoologia de Barcelona (MZB), de Xavier Sistach Leal i de l'autor, foren examinats, i s'hi van trobar alteracions morfològiques suficients i repetibles per a sostenir l'existència d'una nova malformació dels èlitres en els Dynastidae ibèrics, no pròpia d'un únic gènere i fins ara no esmentada en la bibliografia consultada per nosaltres.

Es van separar per al seu posterior estudi quatre mascles i una femella d'*O. nasicornis* amb aquesta aberració, un de *P. excavatus* i un altre exemplar aberrant de *C. latreillei*. Els exemplars van ser fotografiats i mesurats amb micròmetre per a l'estudi morfològic. Per a la interpretació i classificació de les malformacions estudiades es va seguir la terminologia proposada per Balazuc (1958).

Paral·lelament es van observar altres alteracions en els èlitres i es van trobar associacions de dues o més aberracions, com braquielitria i alteracions en l'estructura del pronot que més endavant es comenten (figures 1-7).

Material teratogènic estudiat

Exemplar 1: *Oryctes nasicornis*, ♂, Cervelló (Barcelona), 2-VI-2001.

Exemplar 2: *Oryctes nasicornis*, ♂, Cervelló (Barcelona), 23-VI-1977.

Exemplar 3: *Oryctes nasicornis*, ♀, Cervelló (Barcelona), 9-VI-1975.

Exemplar 4: *Oryctes nasicornis*, ♂, Cervelló (Barcelona), 20-VI-1974.

Exemplar 5: *Oryctes nasicornis*, ♂, Cervelló (Barcelona), 12-VI-1974.

Exemplar 6: *Phyllognathus excavatus*, ♂, Pina d'Ebre (Saragossa), 14-VIII-2000.

Exemplar 7: *Callignemis latreillei*, ♂, Deltebre (Tarragona), 16-III-1991

La majoria dels exemplars examinats es troben dipositats en la col·lecció del MZB.

Comentari

La teratologia comprèn l'estudi de les malformacions, definint-se com a teratològic l'«exemplar d'una espècie determinada que presenta una o diverses particularitats anatòmiques excepcionals, incompatibles amb les característiques del gènere o d'un agrupament supragenèric».

Les primeres observacions sobre teratogènies en insectes s'inicien amb Swammerdam (1738) i Germar (1817), entre molts d'altres. Qui més va aportar al coneixement d'aquestes alteracions va ser el francès Balazuc (1948), el qual va descriure amb detall múltiples casos teratològics en coleòpters i va agrupar tots aquests coneixements en les *Memoires du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris*.

Des de llavors no són rares les aportacions que apareixen en la literatura, ja que va elaborar una intel·ligent sistemàtica per al seu agrupament, nomenclatura i estudi (taula 1).

Actualment hi ha una abundant bibliografia sobre anomalies morfològiques en els insectes i especialment en els coleòpters, tant la recopilada per Balazuc en diversos treballs de fauna centreeuropea i exòtica (1948, 1952, 1955 i 1958) com la recopilada dels coleòpters ibèrics per autors espanyols com Mateu

(1957), Compte (1989), Hernández *et al.* (1999), Huerta (1995), Ortuño *et al.* (1993 i 1998), Osuna (1992) i Verdugo (1998).

Les descripcions de malformacions en aquest grup d'insectes aporten una base d'estudi molt interessant, tant en el camp de l'anatomia comparada com en l'aspecte purament descriptiu o en les investigacions de tipus genètic i somàtic.

Les anomalies elitral formen un subgrup de les anomalies dels apèndixs i s'han agrupat en polièltries, braquielitries, anelitries, cistelitries, trematoelitries, xagrinament elitral unilateral, així com anomalies en les estries.

En el dinàstid *O. nasicornis* la trematoelitria unilateral ha estat referida per Huerta (2001), però no és rara la seva observació en altres espècies de coleòpters (Balazuc, 1948 i 1969; Ortuño *et al.*, 1993).

Revisant una àmplia sèrie d'exemplars d'aquesta espècie, hem observat en ells una alteració elitral consistent en un coarrugament de la sutura, a la qual hem denominat *plicatura elitral*. Aquesta anomalia presenta un cert grau d'asimetria en funció de la seva distribució alternant en els èlitres, amb una disposició irregular al llarg de la sutura.

La plicatura elitral es pot definir com una malformació consistent en un arrugament asi-

TAULA 1. Manifestacions teratològiques.

<i>Anomalies generals</i>	<i>Anomalies locals</i>
Malformacions dobles	De la segmentació:
Gegantisme i nanisme	Polimeria
Asimetria	Helicomeria
Heterogeneïtat	Simfísomelia
Mosaïcisme	Dels apèndix:
Ginandromorfisme	Polimeria
Intersexualitat	Meiomelia
Heterocromia	Ectòpia
Displàsia	Heteromorfoosi



FIGURA 1. *Oryctes nasicornis* L., ♂, exemplar 1. Plicatura elitral associada a braquielitria i alteracions del pronot.



FIGURA 2. *Oryctes nasicornis* L., ♂, exemplar 2. Plicatura elitral simple.

mètric anormal, just en la vora de la sutura elitral i situada a nivell del terç mitjà i distal d'aquesta.

Aquest fenomen es presenta a manera de diminuts microsoles en disposició perpendicular a l'eix de l'estriament dels èlitres, d'un a tres mil·límetres de longitud i distribuïts bilateralment al llarg de la sutura elitral, però no enfrontats de forma especular entre ambdós èlitres, alternant-se en la seva distribució en

grups entre un i l'oposat (exemplars 1 i 2, figures 1 i 2 respectivament).

Aquesta malformació no l'hem vist aïllada, sinó que també l'hem observat associada a altres alteracions morfològiques estructurals ja conegudes com la braquielitria i la trematoelitria. En aquest casos, l'hem denominat *plicatura elitral associada* (exemplar 3).

En l'exemplar 1 d'*O. nasicornis* coexistien al costat de la braquielitria anomalies en l'estruc-

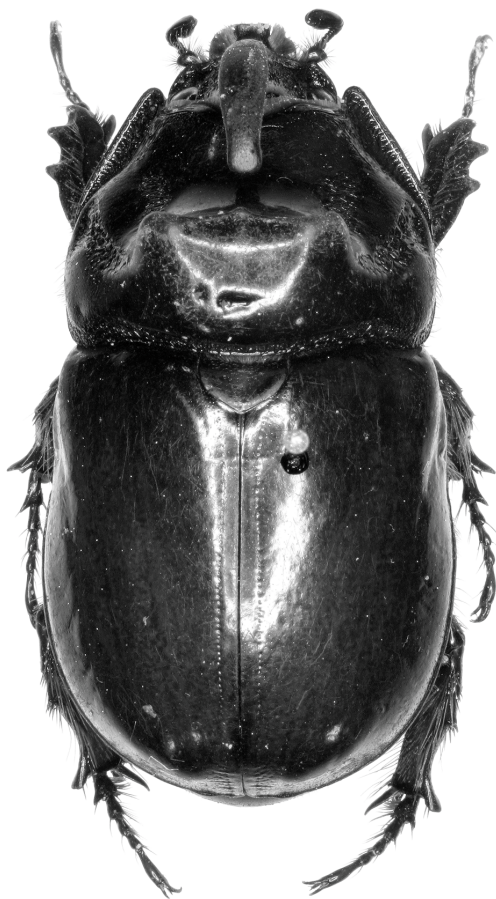


FIGURA 3. *Oryctes nasicornis* L., ♂, exemplar 4. Alteracions del pronot.

tura del pronot, que presentava un afonament i uns sortints irregulars en la zona llisa central més dorsal i en la posterior.

En altres dos exemplars mascles de la mateixa espècie només es van apreciar depressions puntiformes grans, profundes i ben destacades, d'un a tres elements respectivament.

En *P. excavatus* (exemplar 6) i en *C. latreillei* (exemplar 7) no s'evidencien aquestes anomalies en el pronot, encara que sí un cert



FIGURA 4. Detall de la plicatura elitral de l'exemplar 1.

grau de braquielitria associada al plegament de la sutura (plicatura elitral) descrita anteriorment en l'exemplar 1, si bé amb una menor profunditat en les línies perpendiculars a aquesta, que són molt més breus.

Les braquielitries observades en *O. nasicornis* foren molt manifestes, mostrant, a més de l'escurçament d'un dels èlitres, una escotadura en la zona apical de la sutura elitral de diversos mil·límetres que posava al descobert bona part del pigidi.

Encara que Huerta (2001) va descriure un nou cas de trematoelitria unilateral en la meitat de l'èlitre dret en un exemplar femella d'*O. nasicornis*, nosaltres no hem trobat aquesta alteració en cap dels exemplars examinats.

Els Dynastidae, per la seva gran mida, constitueixen un bon model de treball per a la investigació de malformacions anatòmiques i

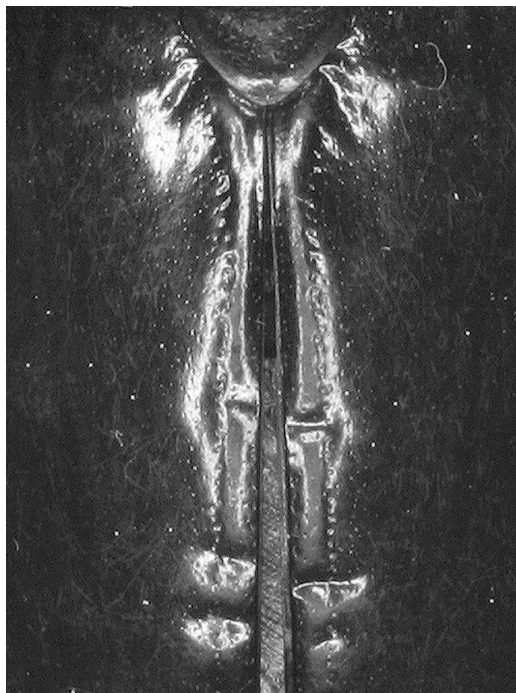


FIGURA 5. Detall de la plicatura elitral simple de l'exemplar 2.

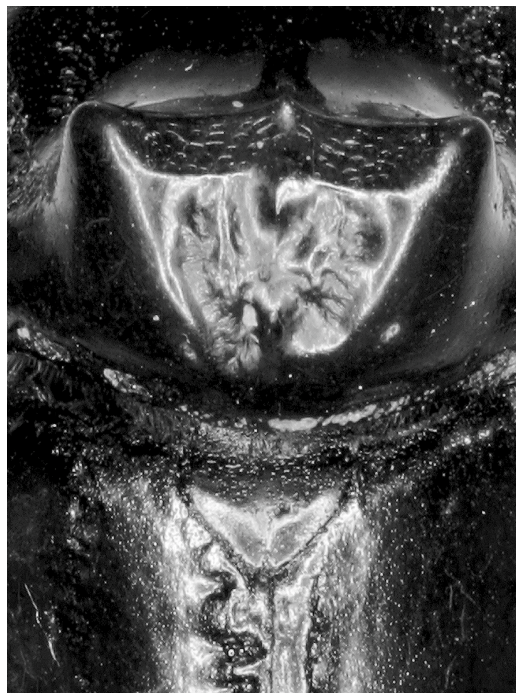


FIGURA 6. Detall de les alteracions del pronot de l'exemplar 1.

estructurals; les espècies representades en la península Ibèrica són poques i molt diferenciades, cosa que facilita molt el seu estudi.

O. nasicornis està representat en la península Ibèrica per la subespècie *grypus* (Illiger, 1803) i es diferencia de les altres subespècies europees pel clipi netament eixamplat per davant i profundament escotat (Baraud, 1992), així com per altres petites diferències.

En aquest treball hem estudiat les tres espècies ibèriques de Dynastidae, en les que s'ha pogut comprovar que la mateixa malformació es presentava en diversos exemplars procedents d'una mateixa localitat (exemplars 1 al 5) i en d'altres procedents de localitats diferents (exemplars 6 i 7).

La morfologia d'aquesta alteració és prou regular en tots els exemplars teratogènics estudiats; no obstant això, és en *O. nasicornis*

on presenta un patró més clar i ben definit, per això l'hem elegit com a model tipus (figures 1 i 2).

Si bé desconeixem els desencadenants teratogènics inductors en els sis exemplars aportats, en la taula 2 enumerem algunes de les etiologies i els desencadenants de malformacions estructurals coneguts. Els factors inductors són múltiples i de molt diversa mena: físics, biològics, genètics o del propi medi.

S'ha calculat que la freqüència estimada de teratogènia en els insectes és d'1 per 17.000 individus d'una mateixa espècie (Perty); no obstant això, Dallas va estimar que la proporció d'aparició d'una formació doble o triple és d'1 per cada 50.000 individus. Nosaltres creiem que aquestes xifres estan molt per damunt de la realitat i que no poden generalitzar-se a tots els ordres d'insectes.



FIGURA 7. Detall de les alteracions del pronot de l'exemplar 4.

TAULA 2. Inductors teratogènics.

Desencadenants teratogènics

Mutacions en cèl·lules germinals.
 Mutacions en cèl·lules somàtiques.
 Formació d'ous compostos.
 Agents mecànics, físics o químics que inter-
 venen durant el desenvolupament larvari.
 Accions per paràsits inductors.

Almenys, en el model proposat i estudiat per nosaltres en els dinàstids ibèrics, la freqüència de l'aberració descrita va oscil·lar entre el vint-i-quatre per mil, i es desconeix de moment si altres factors mediambientals com alteracions en la temperatura mitjana, la radiació UV i la humitat van contribuir -hi.

Crida l'atenció el fet que apareguin diversos exemplars teratològics d'una mateixa espècie, pertanyents a una mateixa localitat, i que la mateixa alteració es presenti en espècies diferents, encara que filogenèticament pròximes, de diferents localitats (exemplars 6 i 7).

Discussió

La presència de la mateixa alteració repetida en diversos individus d'una mateixa espècie i d'una mateixa localitat la considerem com a anormal donat l'elevat nombre de casos, i encara que no podem descartar l'acció de paràsits inductors, la nostra opinió és que probablement algun factor mediambiental sigui el responsable d'aquesta alteració, o bé que siguin simples processos genètics directes, encara que sorprendria que aquestes anomalies foren meres fenocòpies.

Per això, i compartint en part l'opinió de Compte (1989), creiem que en alguns grups taxonòmics hi ha una freqüència de certes anomalies molt superior a la normal. En aquest context, una situació semblant va ser observada per Torres i Ramos (2000) estudiant els Apoidea ibèrics.

D'altra banda, és acceptat que la humitat anormalment constant en un medi influeix en la presentació de malformacions per una expansió insuficient dels apèndixs, així com la presència i influència de contaminants ambientals. La temperatura també influeix en la morfologia dels organismes Margalef (1955). En el medi aquàtic, el *Chironomus* sp. (Diptera: Chironomidae) ha ofert una de les principals fonts d'informació sobre l'impacte que produeixen diversos productes químics i contaminants alliberats en el medi i les seves repercussions sobre la morfologia i teratogènia dels estadis larvals. De fet, l'avaluació de deformitats en macroinvertebrats és un indicador vàlid d'alteració mediambiental.

La presència de diversos agents químics lliures en el medi pot associar-se a l'observació de freqüents malformacions (Servia, 2002). Així doncs, intoxicacions endògenes per àcids orgànics generen apterisme i nanisme. Els vapors de naftes sobre pupes durant la metamorfosi poden donar lloc a atròfies alars en els lepidòpters. Els vapors d'etilquinona produeixen alteracions de la pigmentació i atròfies apendiculars. El mercuri, el cadmi, el plom i altres metalls influeixen directament sobre la mutagenicitat dels insectes i poden actuar com a possibles causes de deformitats en aquests. També ho poden fer molts altres productes com pesticides, hidrocarburs aromàtics policíclics, dissolvents orgànics (xilè i toluè) al costat de molts altres subproductes residuals de la contaminació industrial, agrícola i urbana (Hamilton & Saether, 1971; Cushman, 1984; Warwick, 1985; Kosalwat & Knight, 1987; Madden *et al.*, 1992; Janssens de Bisthoven *et al.*, 1995 i 1997; Dickman & Rygiel, 1996; Servia, 1999).

Els residus clorats generen deformitats branquials en larves de plecòpters, els baixos nivells d'oxigen i alts de DBO les produeixen en efimeròpters. D'altra banda, és sabut que l'acidificació del medi aquàtic és capaç de generar alteracions de les papil·les anals i de les brànquies en tricòpters com *Ceratopsyche nevae* (Vuori, 1995) i en *Hydropsyche* sp. les desencadenen les acumulacions d'alumini, crom i clor (Camargo, 1991; Vuori, 1996; Leslie *et al.*, 1999). En altres tricòpters s'han observat alteracions estructurals en brànquies per cadmi, malatio i 2,4-diclorofenol (Tesier *et al.*, 2000a, 2000b i 2000c).

Tot això ens porta a suposar que cada vegada serà més freqüent l'observació de diverses alteracions morfològiques en els insectes, principalment per l'impacte cada vegada més gran de la contaminació dels sediments i del sòl, que condiciona el que avui es denomina *estrès ambiental*.

Finalment cal indicar que les variacions fisicoquímiques del medi, així com la presència d'inductors estressants, poden donar lloc a l'aparició de deformitats larvàries i d'imagos, que constitueixen en si mateixes nous bioindicadors del patiment mediambiental.

Agraïments

A l'Amador Viñolas, per la seva amabilitat en la revisió del manuscrit i per la realització de les fotografies; a Glòria Masó, Oleguer Escolà i Sandra Valentín, del Museu de Zoologia de Barcelona, per facilitar la consulta de les col·leccions i de la biblioteca del centre; a Xavier Sistach i Miguel Tomás, per permetre'm l'estudi de les seves col·leccions, i a Javier Blasco Zumeta, per aportar-me material de comparació de Pina d'Ebre (Saragossa).

També agraeixo a la Subdirecció General de Conservació de la Natura (Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca de la Generalitat de Catalunya) i a la Diputació General d'Aragó (Direcció General del Medi Natural) els permisos i les autoritzacions especials per a captura científica facilitats per a estudis poblacionals i faunístics durant aquests últims anys.

Bibliografia

- BALAZUC, J. 1948. La tératologie des Coléoptères, et expériences de transplantation chez *Tenebrio molitor* L. *Mém. Mus. Nat. Hist. Nat.*, 25: 293.
- BALAZUC, J. 1969. Supplément à la tératologie des Coléoptères. *Redia*, 51: 39-111.
- BARAUD, J. 1992. *Coléoptères Scarabaeoidea d'Europe*. Fédération Française des Sociétés de Sciences Naturelles. Société Linnéenne de Lyon. Lyon. 856 p.
- CAMARGO, J. A. 1991. Toxic effects of residual chlorine on larvae of *Hydropsyche pellucida* (Trichoptera, Hydropsychidae): a proposal of biological indicator. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 47: 261-265.
- COMPTE, A. 1989. Un cebriónido teratomorfo y consideraciones sobre ciertas anomalías en coleópteros.

- In: *Abstracts volume. International Congress of Coleopterology*. Barcelona: 40.
- CUSHMAN, R. M. 1984. Chironomid deformities as indicators of pollution from a synthetic, coal-derived oil. *Freshwat. Biol.*, 14: 179-182.
- DALLAS, E. D. 1928. Aberración estructural en un *Ceroglossus*. *Rev. Chil. Hist. Nat.*: 270-275.
- DICKMAN, M. & RYGIEL, G. 1996. Chironomid larval deformity frequencies, mortality and diversity in heavy-metall contaminated sediments of a Canadian riverine wetland. *Environ. Internat.*, 22(6): 693-703.
- GERMAR, E. F. 1817. *Elater variabilis* F. *Magazin Der Entomologie*, 2: 335.
- HAMILTON, A. & SAETHER, O. A. 1971. The occurrence of characteristics deformities in the chironomid larvae of several Canadian lakes. *Ca. Ent.*, 103: 363-368.
- HERNÁNDEZ, J. M.; TOMÉ, M. & BAHÍLLO, P. 1999. Un interesante caso teratológico en *Iberodorcadion* (*Hispanodorcadion heydeni* (Kraatz, 1870) (Coleoptera, Cerambycidae). *Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat. (Sec. Biol.)*, 95(3-4): 69-71.
- HUERTA MARTÍN, F. 2001. Descripción de cinco casos teratológicos en Coleoptera Scarabaeoidea. *Bol. Asoc. esp. Ent.*, 25(1-2): 97-102.
- JANSSENS DE BISTHOVEN, L.; HUYSMANS, C. & OLLEVIER, F. 1995. The in situ relationships between sediment concentrations of micropollutants and morphological deformities in *Chironomus* gr. *thummi* larvae (Diptera, Chironomidae) from lowland rivers (Belgium): a spatial comparison. In: CRANSTON, P. S. (ed.): *Chironomids: From gens to ecosystems*. CSIRO Publications. Canberra. 1991.
- JANSSENS DE BISTHOVEN, L.; HUYSMANS, C.; VANNEVEL, G.; GOEMANS, G. & OLLEVIER, F. 1997. Field and experimental morphological response of *Chironomus* larvae (Diptera, Nematocera) to xylene and toluene. *Nath. J. Zool.*, 47(2): 227-239.
- KOSALWAT, P. & KNICHT, A. W. 1987. Chronic toxicity of Koper to a partial life cycle of the midge *Chironomus decorus*. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.*, 16: 283-290.
- LESLIE, H. A.; PAVLUK, T. I.; BIJ DE VAATE, A. & KRAAK, M. H. S. 1999. Triad assessment of the impact of chromium contamination on benthic macroinvertebrates in the Chusovaya River (Urals, Russia). *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 37(2): 182-189.
- MADDEN, C. P.; SUTER, P. J.; NICHOLSON, B. C. & AUSTIN, A. D. 1992. Deformities in chironomid larvae as indicators of pollution (pesticide) stress. *Neth. J. Aquat. Ecol.*, 26: 551-557.
- MARGALEF, R. 1955. Temperature and morphology in freshwater organisms. *Verh. Internat. Veure. Theor. Ang. Limnol.*, 12: 507-514.
- MATEU, J. 1957. Un *Pterostichus cristatus* ssp. *cantaber* Chauda affecté de brachélytrie. *L'Entomologiste*, 13(1): 7-8.
- ORTUÑO, V. M. & HERNÁNDEZ, J. M. 1993. Diversos casos teratológicos en Coleoptera. *Bol. Real Soc. Esp. Hist. Nat. (Sec. Biol.)*, 89(1-4): 163-179.
- ORTUÑO, V. M.; HERNÁNDEZ, J. M. & COCQUEM-POT, C. 1998. Descripción de nuevos casos teratológicos en Coleoptera. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Sec. Biol.)*, 94(1-2): 133-139.
- OSUNA, E. 1992. Fenómeno teratológico en *Psali-dognatus* sp. (Coleoptera: Cerambycidae). *Bol. Entomol. Venez. N.S.*, 7(2): 145-156.
- PERTY, D. 1867. Einige Insekten-Missbildungen. *Mittherilunguen Der Naturforschenden Gesellschaft in Bern*, 603-618: 298-309.
- SERVIA, J. M. 2002. El estudio de las deformidades en macroinvertebrados acuáticos. *Bol. Asoc. Esp. Ent.*, 26(1-2): 165-176.
- SERVIA, M. J.; COBO, F. & GONZALEZ, M. A. 1999. Sobre la posible repercusión de la presencia de deformidades en el ciclo vital de *Chironomus riparius* Meigen, 1804 (Diptera, Chironomidae). *Boln. Asoc. Esp. Ent.*, 23(1-2): 105-113.
- SWAMMERDAM, J. 1738. *Biblia Natura, sive historia Insectorum*. Vol. 2: 1737-1738. Leiden: 552.
- TESSIER, L.; BOISVERT, J. L.; VOUGHT, L. B. M. & LACOURSIERE, J. O. 2000a. Anomalies on capture nets of *Hydropsyche slossonae* larvae (Trichoptera; Hydropsychidae) following a sublethal chronic exposure to cadmium. *Environmental Pollution*, 108(3): 425-438.
- TESSIER, L.; BOISVERT, J. L.; VOUGHT, L. B. M. & LACOURSIERE, J. O. 2000b. Anomalies on capture nets of *Hydropsyche slossonae* larvae (Trichoptera; Hydropsychidae), a potential indicator of chronic toxicity of malathion (organophosphate insecticide). *Aquatic Toxicology*, 50(1-2): 125-139.
- TESSIER, L.; BOISVERT, J. L.; VOUGHT, L. B. M. & LACOURSIERE, J. O. 2000c. Effects of 2,4-dichlorophenol on the net-spinning behavior of *Hydropsyche slossonae* larvae (Trichoptera; Hydropsychidae), an early warning signal of chronic toxicity. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 46(2): 207-217.
- TORRES, F. & RAMS, M. 2000. Teratologías en apoideos ibéricos (Hymenoptera, Apoidea). *Bol. Asoc. Esp. Ent.*, 24(1-2): 25-31.
- VERDUGO, A. 1998. A propósito de un caso de teratosis del tipo «abbreviated appendages» en *Iberodorcadion mus* (Rosenhauer, 1856). *Bol. SEA*, 22: 51-52.
- VUORI, K. M. 1995. Species —and population— specific responses of translocated hydropsychid larvae (Trichoptera, Hydropsychidae) to runoff from acid sulphate soils in the River Kyrönjoki, western Finland. *Freshwater Biology*, 33(2): 305-318.
- VUORI, K. M. & KUKKONEN, J. 1996. Metall concentrations in *Hydropsyche pellucida* (Trichoptera, Hydropsychidae) in relation to the anal papillae abnormalities and age of exocuticle. *Water Research*, 30(10): 2265-2272.
- WARWICK, W. F. 1985. Morphological adnormalities in Chironomidae (Diptera) larvae as measures of toxic stress in freshwater ecosystems: Indexing antennal deformities in *Chironomus* Meigen. *Ca. J. Fish. Aquat. Sci.*, 42: 1881-1914.