

Planàries terrestres exòtiques a la Garrotxa

EDUARDO MATEOS¹, ÀNGELS TUDÓ², MARTA ÀLVAREZ-PRESAS² & MARTA RIUTORT²

¹Departament de Biologia Animal, Facultat de Biologia, Universitat de Barcelona. Avinguda Diagonal, 643; 08028-Barcelona; *emateos@ub.edu*

²Departament de Genètica i Institut de Recerca de la Biodiversitat (IRBio), Facultat de Biologia, Universitat de Barcelona. Avinguda Diagonal, 643; 08028 Barcelona.

Rebut: 28.11.2012
Acceptat: 10.02.2013

RESUM

Les invasions biològiques estan produïdes per espècies exòtiques introduïdes que s'estableixen, s'expandeixen i esdevenen un problema a les àrees envaïdes. La introducció per si mateixa no és suficient per a què una espècie exòtica esdevingui invasora, però és la primera senyal d'alarma d'una potencial invasió. Al novembre de 2011 es va detectar la presència de planàries terrestres (Platyhelminthes, Tricladida, Geoplanidae) als terrenys situats sota el viaducte de Rubió de Bracons (a la Plana de Rubió, Vall d'en Bas, Girona), en un ambient sotmès a restauració ambiental després de les obres de construcció del viaducte. Els estudis morfològics i moleculars (gen COI) dels individus recol·lectats varen indicar que corresponen a dues espècies de planàries terrestres exòtiques, de la subfamília Rhychodeminae, mai detectades amb anterioritat a la Garrotxa. Aquestes planàries són depredadores d'invertebrats terrestres. La més abundant va ser l'espècie *Caenoplana coerulea* Moseley, 1877 (tribu Caenoplanini), i la més escassa una espècie no identificada de la tribu Rhynchodemini. Ambdues espècies són elements al·lòctons de la fauna Ibèrica i, per tant, poden ésser considerades com una invasió biològica potencial a la Garrotxa. De moment, es desconeix l'impacte que aquestes introduccions poden tenir sobre les espècies de fauna autòctona, la qual cosa mereix ser estudiada, sobretot preveient que les poblacions d'aquestes planàries puguin arribar a les zones forestals protegides de la Garrotxa.

Paraules clau: espècies exòtiques, invasió biològica, planàries terrestres, restauració d'hàbitats.

Abstract

Biological invasions are caused by introduced exotic species that establish, spread and become a problem in invaded areas. The introduction alone is not enough for an alien species to become invasive, but it is the first warning sign of a potential invasion. In November 2011 land planarians (Platyhelminthes, Tricladida, Geoplanidae) were detected under the "Bracons de Rubió" viaduct (Vall d'en Bas, la

Garrotxa, Girona), in an area subjected to environmental restoration after the construction of the viaduct. The morphological and molecular (COI gene) studies of the collected individuals indicated that they correspond to two exotic species of terrestrial planarians (subfamily Rhychodeminae) not previously detected in la Garrotxa. These planarians are predators of terrestrial invertebrates. The most abundant species was *Caenoplana coerulea* Moseley, 1877 (tribe Caenoplanini) and the rarer one was an unidentified species of the tribe Rhynchodemini. Both species are allochthonous elements of the Iberian fauna and can therefore be considered as potential biological invaders in la Garrotxa. So far, it is unknown what impact these introductions will have on the native fauna. Their presence needs to be studied, particularly given that the populations of these planarians could reach the protected forested areas of La Garrotxa.

Keywords: exotic species, biological invasion, terrestrial planarians, habitat restoration.

INTRODUCCIÓ

Les invasions biològiques són conseqüència de la introducció d'espècies exòtiques que s'estableixen, s'expandeixen i esdevenen un problema a les àrees on han estat introduïdes (veure JEFFERY *et al.*, 2010). La introducció per si mateixa no és suficient per a què una espècie exòtica esdevingui invasora. De fet, tant sols una d'entre varis centenars d'espècies introduïdes esdevenen una veritable invasió, tal i com van argumentar WILLIAMSON & FITTER (1996) amb l'anomenat "the tens rule", que estableix que aproximadament el 10% de les espècies introduïdes s'estableixen, i que d'aquestes el 10% es converteixen en invasores. De totes maneres, la detecció d'espècies exòtiques és el primer senyal d'alarma d'una potencial invasió.

Les espècies autòctones de planàries terrestres d'Europa (Platyhelminthes, Tricladida, Geoplanidae) pertanyen a les subfamílies Microplaninae i Rhynchodeminae i habiten als sòls forestals humits. Són carronyers o depredadors d'una àmplia varietat d'invertebrats com ara cargols,

l·limacs, isòpodes, larves de coleòpters i cucs de terra (STEELT, 1901; JENNINGS, 1959; BARNWELL, 1978; BLACKSHAW & STEWART, 1992). Es tracta d'animals amb poca mobilitat i amb uns requeriments d'hàbitat molt específics, amb una alta propensió a la dessecació i molt sensibles a la calor i l'exposició al sol, de manera que depenen de microhàbitats foscos i amb elevada humitat ambiental. A la Garrotxa es coneixen quatre espècies de planàries terrestres autòctones (MATEOS *et al.*, 2006), totes elles pertanyents al gènere *Microplana* Vejdovsky, 1889, i que viuen sota pedres i troncs caiguts en ambient forestal humit (fagedes, rouredes i alzinars).

A Europa es té constància de la presència d'almenys, 18 espècies de planàries terrestres introduïdes pertanyents a les subfamílies Bipaliinae, Geoplaninae i Rhynchodeminae (MINELLI, 1977; BALL & REYNOLDS, 1981; JONES, 1988, 1998; MATEOS *et al.*, 1998; FAUBEL, 2004; JONES *et al.*, 2008; VILA-FARRÉ *et al.*, 2008, 2011). Potser la introducció més documentada correspon a l'espècie *Arthurdendyus triangulatus* (DENDY, 1894), que es va detectar a les Illes Britàniques als anys 1960 i ha mantingut poblacions permanents des de llavors (JONES & BOAG, 1996; CANNON *et al.*, 1999). Aquesta espècie és depredadora principalment de cucs de terra i la seva presència s'ha correlacionat amb la reducció i eliminació local de cucs de terra (BLACKSHAW, 1990, 1995; BLACKSHAW & STEWART, 1992; CHRISTENSEN & MATHER, 1995; LILICO *et al.*, 1996; BOAG *et al.*, 1999; CANNON *et al.*, 1999). Això ha tingut repercussions en l'estructura del sòl, la productivitat hortícola i agrícola i ha generat alteracions de la vida silvestre (ALFORD, 1998), establint competència amb altres depredadors de fauna edàfica, com els talps (BOAG, 2000).

A la península Ibèrica les dades publicades sobre espècies de planàries terrestres introduïdes són molt minses. Tan sols hi ha una cita de *Bipalium kewense* Moseley, 1878 a un jardí de Barcelona (FILELLA-SUBIRÁ, 1983) i una cita de *Platydemus* sp. a un viver de plantes a Màlaga (VILA-FARRÉ *et al.*, 2011). També hi ha una cita de *Caenoplana coerulea* Moseley, 1877 en uns horts a Menorca (BREUGELMANS *et al.* 2012). En aquest article es dona a conèixer la presència de dues planàries terrestres al·lòctones a la Vall d'en Bas (Girona). Han estat localitzades en un ambient molt poc idoni per a les espècies autòctones, desproveït de vegetació arbòria i amb la única presència d'unes poques plantes herbàcies. L'estudi morfològic i molecular dels individus d'aquesta població és l'objecte del present treball.

MATERIAL I MÈTODES

Àrea d'estudi i recol·lecció de material

L'11 de novembre de 2011 es va detectar la presència d'una planària terrestre, de mida relativament gran i amb patró de coloració característic, als terrenys situats sota el viaducte de Rubió de Bracons (a la plana de Rubió, Vall d'en

Bas, coordenades N42.125939 E2.433678). Durant les tres setmanes següents es varen realitzar diverses visites a l'àrea i es van recollir espècimens vius, que van ser traslladats al laboratori per al seu estudi. Durant les col·lectes es posà de manifest la presència de dos morf ben diferenciats entre els espècimens de planàries capturats. Del morf més abundant (anomenat morf-A) es van recol·lectar 30 individus, mentre que del segon morf (morf-B) tan sols es van detectar (i recol·lectar) 4 individus.

Al laboratori, els individus obtinguts varen ser analitzats al microscopi estereoscòpic i es van realitzar fotografies en viu. Deu individus del morf-A i els quatre del morf-B es van fixar amb alcohol absolut per a posteriors estudis moleculars. La resta d'individus (tots ells del morf A) van ser mantinguts vius en contenidors adequats a una temperatura constant de 17 °C. Cada exemplar es va introduir en un pot de vidre en el fons del qual es va disposar un tros de baieta humida. Per determinar la preferència de preses de les planàries, en cada pot es van introduir un de cuc de terra, un cargol, un diplòpode i un isòpode. Els pots es van revisar diàriament durant 30 dies, rehumitejant el tros de baieta i renovant les preses menjades per la planària.

Material estudiat

A més dels individus recol·lectats a la plana de Rubió, per aquest treball s'han utilitzat seqüències genètiques d'altres individus autòctons de la família Geoplanidae procedents de diverses localitats de la Garrotxa. Aquests animals han estat recol·lectats en diferents dates pel nostre equip i actualment estan en procés d'estudi, per la qual cosa encara no han estat assignats a cap espècie en concret, de manera que els hem anomenat utilitzant codis de morf: morf M01, M04 i M09 de la subfamília Microplaninae, i morf M10 de la subfamília Rhynchodeminae Tribu Rhynchodemini (TAULA 1). Per tal de tenir una representació de tots els grups que formen la família Geoplanidae, s'han inclòs a l'estudi filogenètic seqüències extretes del GenBank de 4 espècies de Geoplaninae, 2 de Bipaliinae, 2 de Rhynchodeminae Tribu Caenoplanini i 2 de Rhynchodeminae Tribu Rhynchodemini (TAULA 1). A l'anàlisi filogenètic s'ha utilitzat com a grup extern la seqüència d'una planària d'aigua dolça de la família Dugesidae, pertanyent al gènere *Girardia* Ball, 1974, donat que aquesta família constitueix el grup germà de les planàries terrestres (CARRANZA *et al.*, 1998; ÀLVAREZ-PRESAS *et al.*, 2008). Tot el material recol·lectat i fixat en alcohol està dipositat al departament de Genètica de la Universitat de Barcelona (UB).

Extracció del DNA, amplificació i obtenció de les seqüències

Les mostres, conservades en etanol al 100%, es van utilitzar per l'extracció del DNA mitjançant el kit de purificació de Wizard® Genomic (Promega, Madison, WI, USA) seguint el protocol indicat a ÀLVAREZ-PRESAS *et al.* (2011). De totes

| SUBFAMÍLIA | ESPÈCIE/MORFOTIPUS | PROCEDÈNCIA | SEQÜÈNCIES | GENBANK |
|------------------------|---|--------------|---------------|------------|
| F. Geoplanidae | | | | |
| Sub. F. Geoplaninae | <i>Geoplana goetschi</i> | Brasil | | HQ026403 |
| | <i>Cephaloflexa bergi</i> | Brasil | | HQ026435 |
| | <i>Enterosyringa pseudorhynchodemus</i> | Brasil | | HQ026400 |
| | <i>Choeradoplana iheringi</i> | Brasil | | HQ026429 |
| Sub. F. Bipaliinae | <i>Bipalium adventitium</i> | EUA | | AF178306 |
| | <i>Bipalium</i> sp. | Japó | | AF178307 |
| Sub. F. Microplaninae | <i>Microplana</i> M01 | La Garrotxa | 14 seqüències | |
| | <i>Microplana</i> M04 | La Garrotxa | 9 seqüències | |
| | <i>Microplana</i> M09 | La Garrotxa | 10 seqüències | |
| | Rhynchodemini M10 | La Garrotxa | 3 seqüències | |
| Sub. F. Rhynchodeminae | | | | |
| Tribu Caenoplanini | <i>Caenoplana</i> sp (MORF-A) | La Garrotxa | 7 seqüències | |
| | <i>Caenoplana</i> sp. | ? | | DQ666032 |
| | <i>Caenoplana coerulea</i> | Nova Zelanda | | DQ666030 |
| Tribu Rhynchodemini | <i>Platydemus manokwari</i> | Austràlia | | AF178320 |
| | <i>Rhynchodemus sylvaticus</i> | Barcelona | | FJ969946.1 |
| | Rhynchodemini sp (MORF-B) | La Garrotxa | 3 seqüències | |
| F. Dugesiiidae | <i>Girardia tigrina</i> | França | | DQ666042 |

TAULA 1. Individus i seqüències (gen COI) utilitzades en l'anàlisi filogenètic.

les mostres s'ha amplificat un fragment d'aproximadament 1 kb de longitud del gen mitocondrial que codifica per la citocrom oxidasa I (COI), mitjançant la reacció en cadena de la polimerasa (PCR). Els encebadors utilitzats són el BarS: GTTATGCCTGTAATGATTG (ÁLVAREZ-PRESAS *et al.*, 2011) i el COIR: CCWGTYARMCCCHCCWAYAGTAAA (LÁZARO *et al.*, 2009). Malgrat que algunes de les mostres provenien d'altres treballs ja publicats (ÁLVAREZ-PRESAS *et al.*, 2008; MATEOS *et al.*, 2009), en algunes ocasions es va tornar a extreure el DNA per tal d'amplificar el fragment d'interès ja que era de major longitud que el publicat. Les reaccions de PCR es van realitzar en un volum final de 25 µl, amb la següent composició: Tampó 0,5X Green Go Taq® Flexi (Promega), 2 mM de MgCl₂, 0,1 mM cada dNTP, 1 µM de cada encebador, 0,75 unitats de Go Taq DNA Polimerasa® (Promega) i el DNA motlle (~0,4 µg). Les condicions de PCR van ser: un primer pas de desnaturalització de 2 minuts a 95°C, seguit per 30 cicles de 50 segons a 94°C, 45 segons a 43°C, i 50 segons a 68°C; finalment es va dur a terme una extensió final de 4 minuts a 68°C. Els productes de l'amplificació es van purificar directament amb una bomba de buit (Multiscreen®HTS Vacuum Manifold, Millipore Corporation, Billerica, MA 01821 U.S.A). Les seqüències de DNA es van determinar a partir de les dues cadenes, mitjançant l'ús de BigDye (versió 3.1, d'Applied Biosystems). Posteriorment, el producte de la PCR de seqüència fou precipitat i analitzat pel seqüenciador automàtic ABI Prism 3730 de la Unitat de Genòmica dels Serveis Científico-Tècnics de la UB; o bé seqüenciat per l'empresa Macrogen (<http://www.macrogen.com>).

Anàlisi de les dades

Donat que es tracta d'un gen codificant, les seqüències s'han alineat fent servir la seqüència d'aminoàcids com a pauta. S'ha obtingut un alineament múltiple amb Clustal W (dins del software BioEdit v. 7.0.9.0. (HALL, 1999). A partir d'aquest alineament, s'ha inferit la filogènia mitjançant inferència bayesiana. El software utilitzat és MrBayes v. 3.1.2. (RONQUIST & HUELSENBECK, 2003), aplicant el model evolutiu GTR+ Γ (Generalised Time Reversible amb la distribució gamma), deixant que el programa estimés els valors dels paràmetres. S'han dut a terme 2 execucions del programa, produint 1 milió de generacions per cadascuna, i emmagatzemant l'arbre i els paràmetres estimats cada 1.000 generacions. Es van analitzar els valors de probabilitat (Log Likelihood) de les cadenes fredes al llarg de les generacions, verificant que ambdues execucions havien arribat a la regió estable. També es va comprovar que el valor de la desviació estàndard de les freqüències de divisió (split frequency standard deviation) era inferior a 0,01 un cop descartats els 25% dels arbres desats, indicador de que ambdues execucions havien convergit en la mateixa topologia. De la informació d'aquests arbres restants s'ha extret un únic arbre consens.

RESULTATS

Estudi morfològic

Amb l'anàlisi de la morfologia externa dels espècimens capturats es van identificar dues espècies de planàries

terrestres corresponents als dos morf tipus prèviament establerts (morf-A i morf-B). L'espècie més abundant (morf-A) correspon a *Caenoplana coerulea* Moseley, 1877, i l'altre (morf-B) correspon a una espècie no identificada de la subfamília Rhynchodeminae Tribu Rhynchodemini. Cap de les dues espècies havia estat trobada amb anterioritat a la Garrotxa (ni a la Península Ibèrica).

Caenoplana coerulea (morf-A) té una longitud de fins a 100 mm i una amplada de fins a 5 mm. Dorsalment té una coloració marró amb una fina línia groga dorsal que recorre el cos longitudinalment; ventralment té un color blau intens homogeni. La part apical de l'animal és marró ataronjat i presenta a banda i banda dues fileres de petits ulls negres (FIGURA 1).



FIGURA 1. Individu del morf-A amb un cocoon.

Rhynchodemini sp. (morf-B) té una longitud de 10 mm i una amplada de 2 mm. El dors és de color marró fosc, amb una línia central més clara que recorre el cos longitudinalment. L'extrem anterior presenta dos ulls negres situats en posició no apical (FIGURA 2).



FIGURA 2. Individu del morf-B.

Estudi de la dieta i la reproducció de *Caenoplana coerulea*

Amb els individus de *Caenoplana coerulea* establats vàrem comprovar que depreden sobre diplòpodes (júlids i

polidèsmids), isòpodes i coleòpters. La planària se situa al costat de la presa (la qual queda immòbil) i disposa la faringe al voltant d'aquesta. Durant un cert temps (no mesurat) es manté en aquesta posició, fins que la planària invagina la faringe i es retira. De la presa tant sols en queda la cutícula exterior buida.

Un individu de *Caenoplana coerulea* va dipositar un cocoon esfèric d'un diàmetre de 3 mm, que presentava un color marró clar a l'inici, tornant-se marró vermellós brillant i després granat fosc al cap d'unes 24 hores. Transcorreguts 34 dies varen emergir 4 individus d'aquest cocoon. Els individus nounats són de color marró clar i tenen una filera d'ulls a cada banda del cos, que recorre el cos des de l'extrem apical fins a l'extrem posterior.

Estudi molecular

A l'anàlisi filogenètica es recuperen, com a clades monofilètics, els grans grups que formen la família Geoplanidae: Subfamílies Geoplaninae, Bipaliinae, Microplaninae i Rhynchodeminae (aquesta última amb les tribus Rhynchodemini i Caenoplanini) (FIGURA 3). Les planàries que es consideren autòctones de la Garrotxa i que es troben en ambients forestals humits (MATEOS *et al.*, 2006), s'agrupen en tres clades monofilètics dins la subfamília Microplaninae (clades M01, M04 i M09) i un clade dins de la tribu Rhynchodemini (morf M10). Un exemplar del morf M10 apareix en solitari dins del clade Microplaninae (seqüència 392-FG-M10). Les planàries trobades a la plana de Rubió formen dos clades monofilètics de Rhynchodeminae, un dins la tribu Caenoplanini (morf-A) i l'altre dins la tribu Rhynchodemini (morf-B).

DISCUSSIÓ

Els resultats de l'estudi del gen COI indiquen clarament que les dues espècies de planàries terrestres trobades sota el viaducte de Rubió i identificades per morfologia externa com *Caenoplana coerulea* (morf-A) i Rhynchodemini sp. (morf-B), queden ben diferenciades de qualsevol dels grups de planàries autòctones trobades a la zona amb anterioritat.

El morf-A, externament idèntic a *C. coerulea*, es troba a la filogènia com a grup germà de l'únic representant d'aquesta espècie present als bancs de dades. Tot i això, sorprèn la diferència que existeix entre les seqüències de Rubió i la del banc de dades, podent-se tractar d'una espècie bessona. *Caenoplana coerulea* és nativa de l'est d'Àustràlia i ha estat introduïda a Nova Zelanda, Estats Units d'Amèrica, Regne Unit, França i Argentina (OGREN, 1989; WINSOR, 1991; WINSOR *et al.*, 2004; NEGRETE *et al.*, 2011). Les dades publicades indiquen que depreda sobre isòpodes, diplòpodes, dermàpters (OLEWINE, 1972) i cargols (BARNWELL, 1978). BARNWELL (1978) indica que *C. coerulea* és útil en el control biològic de cargols perjudicials, i TERRACE

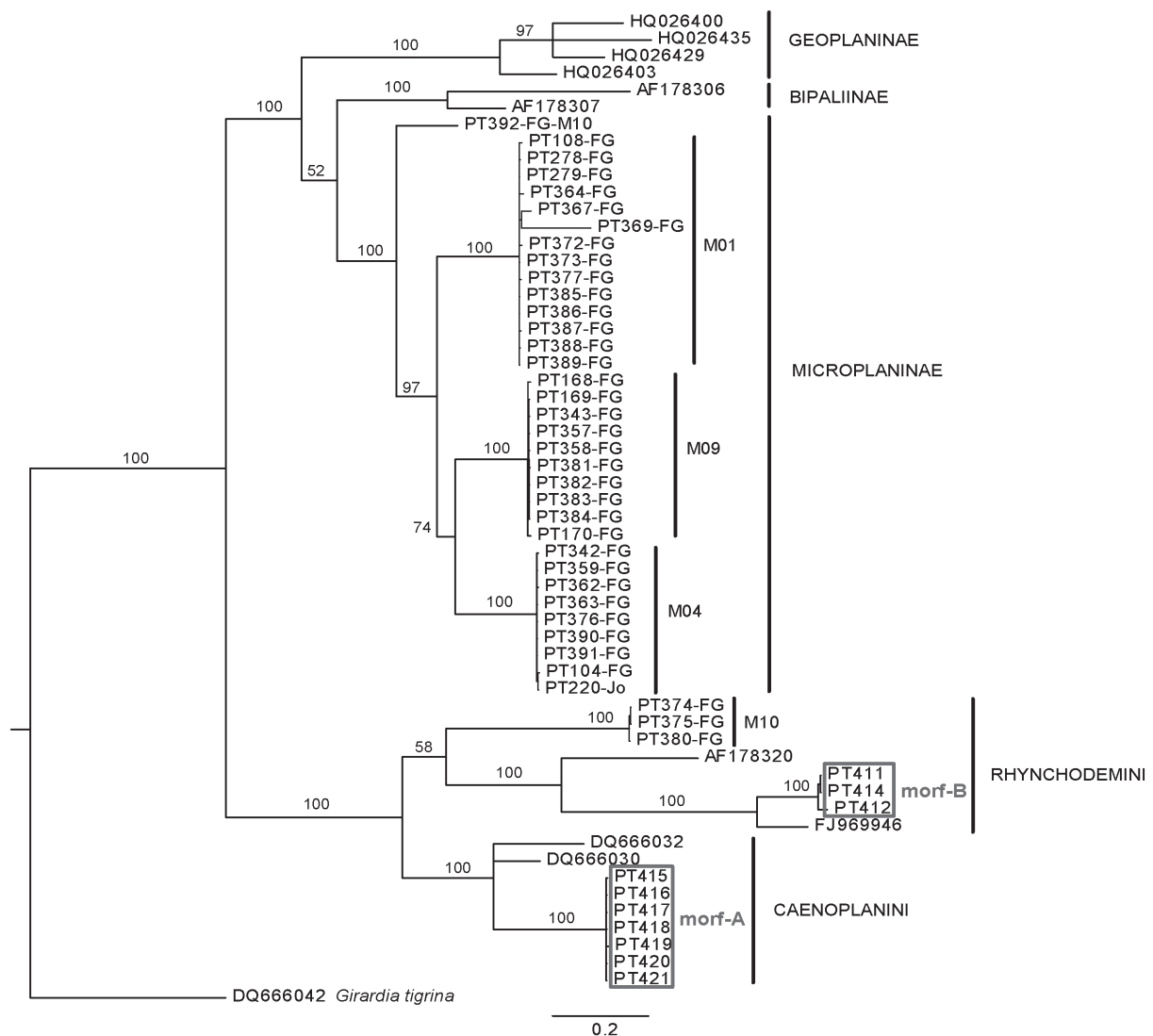


FIGURA 3. Arbre filogenètic obtingut a partir de les seqüències del gen COI mitjançant inferència bayesiana. Els nombres en els nodes indiquen el suport (probabilitat posterior en percentatge). Els codis M01, M04, M09 i M10 corresponen a clades de morfs de planàries terrestres autòctones de La Garrotxa; dins de cada clade les seqüències porten un codi que inclou un identificador d'individu de cinc dígit (PT###) seguit d'un identificador de localitat de dos dígit (FG = fageda d'en Jordà, Jo = vall de Joanetes). Els clades Morf-A i Morf-B inclouen les seqüències dels individus exòtics trobats a La Garrotxa; dins de cada clade les seqüències porten un identificador d'individu de cinc dígit (PT###). La resta d'identificadors corresponen a seqüències extretes del GenBank (veure Taula 1).

& BAKER (1994) afirmen que depreda activament sobre *Ommatoiuulus moreletii* (Lucas, 1860), un diplòpode invasor a Austràlia. Segons TERRACE & BAKER (1994), dels cocoons de *Caenoplana coerulea* eclosionen de 3-8 joves planàries al cap de 12-15 dies (a 20 °C al laboratori). Quan eclosionen, les planàries són blanques, d'uns 2-3 mm de longitud i 1 mm de diàmetre, i en quatre dies es tornen de color blavós.

Les preferències de preses dels individus de *Caenoplana coerulea* provinents de l'àrea de Rubió coincideixen amb les dades bibliogràfiques. D'altra banda, l'eclosió de l'únic cocon que vam aconseguir d'aquesta espècie, va tenir lloc al cap de 34 dies, la qual cosa representa el doble de

temps que el referit a la bibliografia. Aquesta diferència pot ser deguda a la variació de temperatura a la que van ser establats els individus (20° C en el cas de les dades bibliogràfiques, i 17° C en el nostre cas), encara que, tal com indiquen McDONALD & JONES (2007), pot haver molta variabilitat en el temps d'eclosió dels cocon per a una mateixa espècie.

El morf-B en l'arbre filogenètic apareix com a grup germà de *Rhynchodemus sylvaticus* (Leidy, 1851) (FIGURA 3), però, com en el cas anterior, la diferència genètica observada no ens permet poder determinar amb seguretat l'espècie a la qual pertanyen els organismes trobats a la Garrotxa.

La via d'entrada d'aquestes dues espècies exòtiques trobades a La Garrotxa, molt probablement, està relacionada amb les obres de restauració realitzades a l'àrea una vegada construït el viaducte de Rubió. Durant les obres es va realitzar addició de terres i plantació de diverses espècies vegetals provinents de diferents llocs; mecanisme d'entrada ja proposat per WINSOR *et al.* (2004). L'hàbitat que ocupen (sòl pràcticament nu i sense cap recobriment arbustiu ni arbori) no és l'habitual de les espècies autòctones de la Garrotxa, que sempre han estat trobades en ambients forestals humits (MATEOS *et al.*, 2007). També resulta anòmal el fet que aquests animals es desplacin per llocs sense cobertura arbòria mentre que les espècies autòctones sempre es troben sota pedres o sota troncs caiguts. Durant les visites de prospecció realitzades a l'àrea de Rubió en dies amb pluja (o que havia plogut prou durant la nit anterior), molts exemplars de *Caenoplana coerulea* es trobaven desplaçant-se a la superfície del sòl nu i, algunes, sota pedres; en dies assolellats, en canvi, tot els individus es trobaven sota pedres o enterrades al fang.

La zona on es van trobar les espècies de planàries introduïdes (sota del viaducte de Rubió) està en contacte directe amb zones agrícoles, i molt a prop d'àrees forestals. La temperatura, la humitat i la disponibilitat d'aliment són els tres factors bàsics que determinen la distribució geogràfica de les planàries terrestres (BOAG *et al.*, 1998). Com hem pogut comprovar per *Caenoplana coerulea*, l'aliment no és limitant a la zona d'estudi (ni tampoc ho serà als terrenys agrícoles i forestals del voltant). Si les condicions de temperatura i humitat de la Garrotxa són les adequades per l'espècie i tenint en compte la capacitat de desplaçament observada en espais descoberts, la seva dispersió a les àrees agrícoles i forestals sembla molt més que probable.

CONCLUSIONS

Les poblacions de planàries terrestres trobades sota el viaducte de Rubió corresponen a dos espècies al·lòctones de la fauna Ibèrica i, per tant, poden ésser considerades espècies potencialment invasores a la Garrotxa. Aquestes planàries terrestres introduïdes són depredadores molt actives d'invertebrats terrestres. De moment es desconeix l'impacte que aquestes introduccions poden tenir sobre les espècies de fauna autòctona, però donat el risc de que aquests animals puguin colonitzar les zones agrícoles i boscoses del voltant, seria important, per una banda, estudiar aquest impacte i, per l'altra, intentar desenvolupar mesures preventives per evitar noves introduccions i, si fos possible, la seva dispersió cap a zones forestals protegides de la Garrotxa.

BIBLIOGRAFIA

ALFORD, D. V. 1998. Potential problems posed by non-indigenous terrestrial flatworms in the United Kingdom. *Pedobiologia*, 42: 574-578.

ÁLVAREZ-PRESAS, M.; BAGUÑÀ, J. & RIUTORT, M. 2008. Molecular phylogeny of land and freshwater planarians

(Tricladida, Platyhelminthes): From freshwater to land and back. *Molecular phylogenetics and evolution*, 47(2): 555-568.

ÁLVAREZ-PRESAS, M.; CARBAYO, F.; ROZAS, J. & RIUTORT, M. 2011. Land planarians (Platyhelminthes) as a model organism for fine-scale phylogeographic studies: understanding patterns of biodiversity in the Brazilian Atlantic Forest hotspot. *Journal of Evolutionary Biology*, 24(4): 887-896.

BALL, I. R. & REYNOLDSON, T. B. 1981. *British Planarians*. Cambridge: Cambridge University Press.

BARNWELGL, M. 1978. *Geoplana vaga*: a sexually reproducing terrestrial planarian in San Antonio. *Southwest. Nat.*, 23: 151-152.

BLACKSHAW, R. P. & STEWART, V. I. 1992. *Artioposthia triangulata* (Dendy, 1894), a predatory terrestrial planarian and its potential impact on lumbricid earthworms. *Agricultural Zoology Reviews*, 5: 201-219.

BLACKSHAW, R. P. 1990. Studies on *Artioposthia triangulata* (Dendy) (Tricladida: Terricola), a predator of earthworms. *Annals of Applied Biology*, 116: 169-176.

BLACKSHAW, R. P. 1995. Changes in populations of the predatory flatworm *Artioposthia triangulata* and its earthworm prey in grassland. *Acta Zoologica Fennica*, 196: 107-110.

BRUGELMANS, K.; CARDONA, J. Q.; ARTOIS, T.; JORDAENS, K. & BACKELJAU, T. 2012. First report of the exotic blue land planarian, *Caenoplana coerulea* (Platyhelminthes, Geoplanidae), on Menorca (Balearic Islands, Spain). *ZooKeys*, 199: 91-105.

BOAG, B.; YEATES, G. W. & JOHNS, P. M. 1998. Limitations to the distribution and spread of terrestrial flatworms with special reference to the New Zealand flatworm (*Artioposthia triangulata*). *Pedobiologia*, 42: 495-503.

BOAG, B.; JONES, H. D.; NEILSON, R. & SANTORO, G. 1999. Spatial distribution and relationship between the New Zealand flatworm *Arthurdendyus triangulatus* and earthworms in a grass field in Scotland. *Pedobiologia*, 43: 340-344.

CANNON, R. J. C.; BAKER, R. H. A.; TAYLOR, M. C. & MOORE, J. P. 1999. A review of the status of the New Zealand flatworm in the United Kingdom. *Annals of Applied Biology*, 135: 597-614.

CARRANZA, S.; LITTLEWOOD, D. T. J.; CLOUGH, K. A.; RUIZ-TRILLO, I.; BAGUÑÀ, J. & RIUTORT, M. 1998. A robust molecular phylogeny of the Tricladida (Platyhelminthes: Seriata) with a discussion on morphological synapomorphies. *Proceedings Biological Sciences*, 265(1396): 631-640.

CHRISTENSEN, O. M. & MATHER, J. G. 1995. Colonisation by the land planarian *Artioposthia triangulata* and impact on lumbricid earthworms at a horticultural site. *Pedobiologia*, 39: 144-154.

FAUBEL, A. 2004. Fauna Europaea: Platyhelminthes, Tricladida, Terricola. Fauna Europaea version 1.1. Available via <http://www.faunaeur.org>.

FILELLA-SUBIRÁ, E. 1983. Nota sobre la presència de la planària terrestre *Bipalium kewense* Moseley, 1878 a Catalunya. *Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural*, 49: 151.

- HALL, T. A. 1999. BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. *Nucleic Acids Symposium Series*, 41: 95-98.
- JEFFERY, S.; GARDI, C.; JONES, A.; MOMTANARELLA, L.; MARMO, L.; MIKO, L.; RITZ, K.; PERES, G.; RÖMBKE, J. & VAN DER PUTTEN, W. H. 2010. *European atlas of soil biodiversity*. European Commission, Publications office of the European Union, Luxembourg.
- JENNINGS, J. B. 1959. Observations on the nutrition of the land planarian *Orthodemus ferresfris* (O. F. Muller). *Biol. Bull.*, 117: 119-124.
- JONES, H. D. & BOAG, B. 1996. The distribution of the New Zealand and Australian terrestrial flatworms (Platyhelminthes: Turbellaria: Tricladida: Terricola) in the British Isles – the Scottish survey and MEGALAB WORMS. *Journal of Natural History*, 30: 955-975.
- JONES, H. D. 1988. The status and distribution of British terrestrial planarians. *Fortschritte der Zoologie/Progress in Zoology*, 36: 511-516.
- JONES, H. D. 1998. The African and European land planarian fauna, with an identification guide for field workers in Europe. *Pedobiologia*, 42: 477-489.
- JONES, H. D.; WEBSTER, B. L.; LITTLEWOOD, D. T. J. & McDONALD, J. C. 2008. Molecular and morphological evidence for two new species of terrestrial planarians of the genus *Microplana* (Platyhelminthes; Turbellaria; Tricladida; Terricola) from Europe. *Zootaxa*, 1945: 1-38.
- LÁZARO, E. M.; SLUYS, R.; PALA, M.; STOCCHINO, G. A.; BAGUÑA, J. & RIUTORT, M. 2009. Molecular barcoding and phylogeography of sexual and asexual freshwater planarians of the genus *Dugesia* in the Western Mediterranean (Platyhelminthes, Tricladida, Dugesidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 52(3): 835-845.
- LILICO, S.; COSENS, D. & GIBSON, P. 1996. Studies of the behaviour of *Artioposthia triangulata* (Platyhelminthes: Tricladida), a predator of earthworms. *Journal of Zoology*, 238: 513-520.
- MATEOS, E.; CARRANZA, S.; CABRERA, C. & VILA, M. 2007. Les planàries terrestres (Platyhelminthes: Tricladida) de la Garrotxa. II Seminari sobre patrimoni natural de la comarca de la Garrotxa. *Annals de la delegació de la Garrotxa de la Institució Catalana d'Història Natural*, 2: 35-38.
- MATEOS, E.; GIRIBET, G. & CARRANZA, S. 1998. Terrestrial planarians (Platyhelminthes, Terricola) from the Iberian Peninsula: first records of the family Rhynchodemidae, with the description of a new *Microplana* species. *Contributions to Zoology*, 67(4): 267-276.
- MATEOS, E.; CABRERA, C.; CARRANZA, S. & RIUTORT, M. 2009. Molecular analysis of the diversity of terrestrial planarians (Platyhelminthes, Tricladida, Continenticola) in the Iberian Peninsula. *Zoologica Scripta*, 38(6): 637-649.
- McDONALD, J. C. & JONES, H. D. 2007. Abundance, reproduction, and feeding of three species of British terrestrial planarians: observations over 4 years. *Journal of Natural History*, 41: 293-312.
- MINELLI, A. 1977. A taxonomic review of the terrestrial planarians of Europe. *Bolletino di Zoologia*, 44: 399-419.
- NEGRETE, L. H.; BRUSA, F. & WINSOR, L. 2011. The blue land planarian *Caenoplana coerulea*, an invader in Argentina. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82: 287-291.
- OGREN, E. 1989. Redescription and a new name for the blue land planarian *Geoplana vuga* Hyman now considered conspecific with *Caenoplana coerulea* Moseley from Australia (Turbellaria: Tricladida: Geoplanidae). *J. Penn. Acad. Sc.*, 63: 135-142.
- OLEWINE, D. A. 1972. Further observations in Georgia on the land planarian, *Bipalium kewense* and *Geoplana vuga* (Turbellaria: Tricladida: Terricola). *Association of Southeastern Biologists Bulletin*, 19: 88.
- RONQUIST, F. & HUELSENBECK, A. J. P. 2003. MrBayes 3: Bayesian phylogenetic inference under mixed models. *Bioinformatics*, 19(12): 1572-1574.
- STEEL, T. 1901. Australian land planarians: descriptions of new species and notes on collecting and preserving. *Proc. Linn. SOC. N.S.W.*, 25: 563-580.
- TERRACE, T. E. & BAKER, H. 1994. The Blue Land Planarian, *Caenoplana coerulea* Moseley (Tricladida: Geoplanidae), a Predator of *Ommatoiulus moreleti* (Lucas) (Diplopoda: Julidae) in Southern Australia. *Journal of the Entomological Society of Australia*, 33(4): 371-372.
- VILA-FARRÉ, M.; MATEOS, E.; SLUYS, R. & ROMERO, R. 2008. Terrestrial planarians Platyhelminthes, Tricladida, Terricola from the Iberian Peninsula: new records and description of three new species. *Zootaxa*, 1739: 1-20.
- VILA-FARRÉ, M.; SLUYS, R.; MATEOS, E.; JONES, H. D. & ROMERO, R. 2011. Land planarians (Platyhelminthes: Tricladida: Geoplanidae) from the Iberian Peninsula: new records and description of two new species, with a discussion on ecology. *Journal of Natural History*, 45(15-16): 869-891.
- WILLIAMSON, M. & FITTER, A. 1996. The varying success of invaders. *Ecology* 77(6): 1661-1666.
- WINSOR, L. 1991. A provisional classification of Australian terrestrial geoplanid flatworms (Tricladida: Terricola: Geoplanidae). *Vic. Nat.*, 108: 42-49.
- WINSOR, L.; JOHNS, P.-M. & BARKER, G. M. 2004. Terrestrial planarians (Platyhelminthes: Tricladida: Terricola) predaceous on terrestrial gastropods. In: *Natural Enemies of Terrestrial Molluscs* (G. M. Barker Ed.). CAB International, London. p. 227-278.