



© M.J. Pérez i Fundació Territori i Paisatge

Escrit per:

Aïnhua Ferrando^{1,2}, Xavier Domingo-Roura², Montserrat Ponsà¹

¹Departament de Biologia Cel·lular

Universitat Autònoma de Barcelona

²Unitat de Genètica de la Conservació

Institut de Recerca i Tecnologies Agroalimentàries de Cabriels

SEGUINT LA PISTA DE LES LLÚDRIGUES

INTRODUCCIÓ

De les 13 espècies de llúdrigues actualment existents la llúdriga euroasiàtica (*Lutra lutra* L., 1758) o llúdriga de riu europea és la més estesa a tot el món. El seu rang de distribució s'estén des d'Irlanda fins al Japó i des de l'Àrtic fins al nord d'Àfrica.

Pertany a la família dels mustèlids i està perfectament adaptada al medi aquàtic gràcies al seu cos allargat, unes extremitats curtes amb mem-

branes interdigitals que li permeten nedar amb molta agilitat i un pelatge molt dens impermeable a l'aigua. La llúdriga és un animal més aviat nocturn, i comença el seu període d'activitat cap al crepuscle i dura fins a l'alba. Gran part de les seves activitats estan lligades als rius, dels quals n'extreu la seva font d'aliment, bàsicament peixos, tot i que la seva dieta pot incloure altres preses com ara amfibis, crancs, serps, o més rarament petits mamífers, ocells o insectes. És un animal solitari que només s'ajunta durant l'època de reproducció, tot i que el mascle es



Figura 1. Les llúdrigues incloses en el projecte de reintroducció eren originàries de Portugal, Extremadura, Astúries, i un exemplar de Catalunya (llocs d'origen indicats per rombes en el mapa de l'esquerra). Els animals van ser reintroduïts al nord-est de Girona (centre), concretament als Aiguamolls de l'Empordà i a les conques dels rius Muga i Fluvià (dreta).

desentén de les cries, que són alimentades exclusivament per la mare.

Durant la segona meitat del segle passat, la llúdriga va patir un fort declivi a tot Europa. Diversos factors van contribuir a aquesta davallada de la població, principalment la caça, l'alteració del seu hàbitat, la construcció de barreres hidrogràfiques, canvis en l'agricultura i en la ramaderia, i la creixent industrialització, que van provocar un fort augment de la contaminació dels cursos fluvials. L'espècie va arribar al límit de la desaparició o va desaparèixer totalment de països del centre i de l'oest d'Europa, mentre que en altres zones les poblacions van quedar molt fragmentades i aïllades, cosa que va comprometre severament la seva supervivència. Tot i aquest declivi, s'han mantingut poblacions més o menys abundants als països més perifèrics del continent. A la Península Ibèrica, la llúdriga també va patir una regressió molt forta en el seu vessant mediterrani, mentre que les poblacions de la meitat occidental han gaudit de més bona salut. La severitat del seu declivi, així com de la degradació de l'estat dels rius va fer que es protegís l'espècie i que es posessin en marxa diferents programes per a la recuperació de la llúdriga i del seu hàbitat, incloent programes de reintroducció o repoblació per retornar-la al seu antic territori o per connectar entre si poblacions aïllades.

La llúdriga *Lutra lutra* està classificada com a espècie quasi amenaçada en el Red Data Book de la Unió Internacional per a la Conservació de la Natura (UICN). El Conveni de Washington, o Conveni so-

bre el Comerç Internacional d'Espècies Amenacades de Fauna i Flora (CITES), la inclou en l'Annex I, que suposa la màxima prohibició front el comerç internacional. El Conveni de Berna, o conveni relatiu a la conservació de la vida silvestre i del medi natural d'Europa, la classifica en l'Annex II, que inclou les espècies estrictament protegides. Dins de l'àmbit de la Unió Europea, la Directiva 92/43/CEE del Consell la classifica

en els annexos II (espècies animals i vegetals d'interès comunitari la conservació de les quals requereix designar zones especials de conservació) i IV (espècies animals i vegetals d'interès comunitari que requereixen una protecció estricta). Des del 1973, està totalment protegida a tot l'Estat espanyol i no es pot caçar, capturar ni molestar, sense una autorització administrativa. Està classificada com espècie d'interès especial en el Catàleg

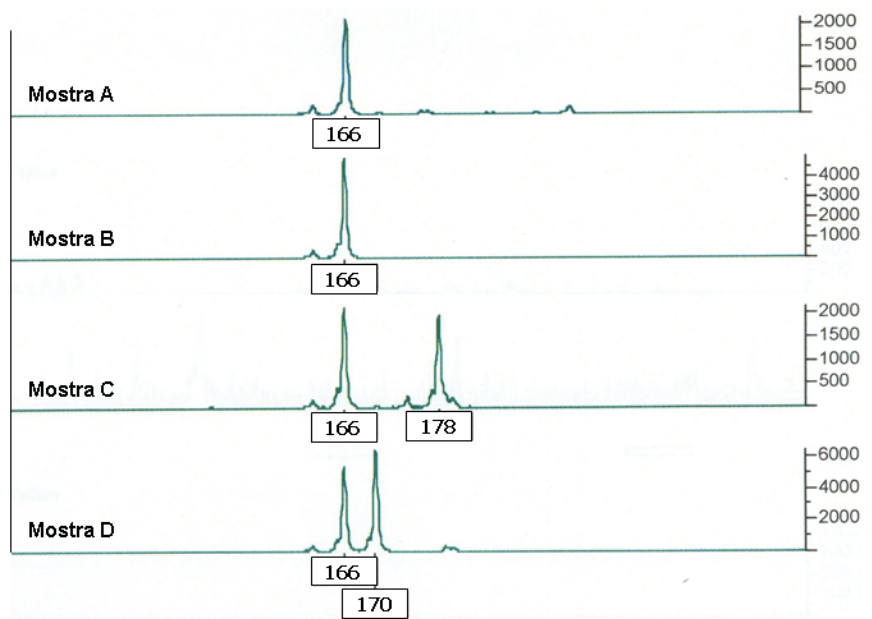


Figura 2. Perfils genètics de quatre mostres A, B, C i D genotipades amb el marcador nuclear de tipus microsatèl·lit Lut733. Els microsatèl·lits són seqüències repetitives de DNA i presenten variants al lèl·leques que es diferencien per la seva llargada. Podem analitzar aquestes diferències gràcies a un seqüenciador automàtic i determinar quins als posseïx cada mostra. Quan estudiem una mostra amb un marcador de microsatèl·lit podem trobar que l'animal és homocigot (els dos cromosomes tenen el mateix al·lel) o heterocigot (l'al·lel de cada cromosoma és diferent). Les mostres A i B són homocigotes per l'al·lel 166. Podria tractar-se del mateix animal o de dos animals amb el mateix patró per aquest marcador. Les mostres C i D són heterocigotes i diferents entre si. Per tant, les quatre mostres analitzades pertanyen, com a mínim, a tres llúdrigues diferents. Combinant més marcadors podem diferenciar els animals entre si amb una elevada marge de confiança.



Nacional d'Espècies Amenaçades (Reial Decret 439/90) i a Catalunya és una espècie protegida dins de la categoria A (Llei 3/1988). A més a més, tampoc no pot ser filmada ni fotografiada en les zones de reproducció sense autoritzacions, ja que està classificada com molt sensible dins el Decret 148/92, de 9 de juny, pel qual es regulen les activitats fotogràfiques, científiques i esportives que poden afectar les espècies de la fauna salvatge. Per últim, també la contempla l'Ordre 138/2002, de 22 de març, pel qual s'aprova el Pla de conservació de la llúdriga.

SITUACIÓ DE L'ESPÈCIE A CATALUNYA

Durant la primera meitat del segle XX, la llúdriga era present a gairebé tots els principals rius i masses d'aigua de Catalunya, però a partir dels anys cinquanta, les seves poblacions van començar a minvar ràpidament, i van arribar a desaparèixer de gairebé tot el territori català. En la dècada dels vuitanta, les poblacions de llúdrigues van conèixer el seu mínim històric, quan ja només se les podia trobar a la província de Lleida, a la Noguera Ribagorçana, a la Noguera Pallaresa i a un tram del riu Segre. Des de

llavors, aquestes poblacions s'han anat recuperant i expandint-se a poc a poc cap al seu antic territori, procés dificultat per la presència de preses d'embasaments que sovint representen barreres hidrogràfiques infranquejables i aïllen els individus d'una i altra banda.

La llúdriga va ser reintroduïda a les conques de la Muga i del Fluvià així com als Aiguamolls de l'Empordà, que reunien les condicions adients pel retorn de l'espècie, però que no podien ser colonitzades de forma natural degut a la gran distància que les separava de les poblacions més properes de llúdrigues. Entre els anys 1995 i 2002 s'hi van alliberar 41 exemplars procedents de Portugal, Astúries, Extremadura, i un exemplar procedent de Catalunya, gràcies a la iniciativa de l'associació Amics del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà (APNAE) i sota el patrocini de la Junta de Sanejament del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà, de l'Obra Social de Caixa Catalunya primer i seguidament de la Fundació Territori i Paisatge. L'espècie havia desaparegut de la zona de l'Empordà cap als anys vuitanta. Els últims rastres detectats d'algun exemplar autòcton es remuntaven al sondeig nacional de 1984-1985, en un tram molt

curt de la Muga, per sobre de l'estany de Boadella. La població reintroduïda ha colonitzat ràpidament tota la Muga, el Fluvià, els Aiguamolls de l'Empordà. En pocs anys, alguns individus han arribat al tram baix del Ter, al Daró i també s'ha detectat la presència d'individus al sud de França.

Actualment, s'està observant una recuperació generalitzada de l'espècie a tot l'Estat espanyol, incloent a Catalunya. Des del sondeig de 1984-1985, la llúdriga ha conegut una progressiva millora en l'estat de les seves poblacions expandint-se cap al seu antic territori. En els darrers anys, el Departament de Medi Ambient ha constatat l'aparició de la llúdriga al Llobregat, a la Tordera i a la conca del riu Besòs al llarg del riu Congost d'on havia desaparegut fa trenta anys.

MÈTODES DE SEGUIMENT DE LES POBLACIONS DE LLÚDRIGUES

Per avaluar l'èxit del programa de reintroducció, s'ha anat realitzant un seguiment d'aquests animals. Aquest seguiment és molt important per determinar el futur de la nova població i per futurs projectes de reintroducció. Durant el procés de rein-

roducció, l'evolució dels animals ha estat seguida per diferents mètodes, cadascun dels quals té un objectiu específic.

El primer mètode de seguiment dels animals que es va utilitzar després de reintroduir-los en el seu nou hàbitat va ser el de radioseguiment o radiolocalització. És un mètode que implica la captura i l'anestèsia de l'animal per col·locar-li el radioemissor a la zona intraperitoneal. En el cas de les llúdrigues reintroduïdes, aquesta operació es va realitzar al Zoo de Barcelona, durant el període previ a l'alliberament en què se'ls va fer una inspecció sanitària. Un cop alliberats, els emissors proporcionen una informació molt valuosa que permet conèixer el patró de comportament diari dels animals, els llocs on s'alimenten, la localització dels caus de repòs o on pareixen, determinar l'extensió del seu territori o estudiar l'evolució dels seus moviments al llarg del temps. Els emissors també permeten recuperar els cossos dels animals morts durant el temps de vida útil de les bateries, i així poder establir-ne les causes, cosa que es fa difícil en animals sense emissor que moren en zones amagades o poc accessibles.

Un altre mètode utilitzat són els censos visuals. Consisteixen en l'albirament directe dels animals mitjançant l'observació d'un tram de riu, generalment de 10 quilòmetres, per unes quantes persones col·locades aproximadament cada 500 metres. L'observació dels animals es realitza durant les dues hores que precedeixen la posta del sol i durant les dues primeres hores del matí següent a l'estiu, en què les nits són curtes i és més fàcil observar els animals a la llum del dia. Aquest mètode és molt fiable per determinar la densitat d'animals en un tram de riu.

Els sondejos de llúdriga (Otter Survey) van ser desenvolupats per realitzar prospeccions sistemàtiques per detectar de manera fiable signes de presència de llúdrigues a rius o masses d'aigua. Actualment, el sistema més acceptat consisteix en la cerca de rastres de llúdriga com ara femtes, secrecions o petjades al llarg de 600 metres en cada punt de mostreig. Si bé pot arribar a ser difícil observar directament una llúdriga, és relativament senzill detectar rastres de la seva presència. És senzill distingir els rastres de llúdriga dels

d'altres espècies animals. Tant les seves femtes com les seves petjades són força característiques. A més a més, les llúdrigues tenen una conducta de marcatge i acostumen a deixar aquestes marques en llocs ben visibles, com ara pedres que sobresurten del riu, punts de convergència entre dos rius, sota ponts, etc. Aquestes marques poden estar aïllades o formar autèntiques latrines. Aquest sistema ha revelat ser molt útil per conèixer a gran escala l'àrea ocupada per l'espècie i per detectar les variacions de la seva distribució al llarg dels anys o segons les diferents estacions.

Actualment, s'està duent a terme un estudi genètic de la població reintroduïda a les conques de la Muga i el Fluvià per part la Universitat Autònoma de Barcelona en col·laboració amb l'Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA) i sota el patrocini de la Fundació Territori i Paisatge.

ESTUDI GENÈTIC DE LLÚDRIGUES REINTRODUÏDES A PARTIR DE MOSTRES NO INVASIVES

En una fase prèvia de l'estudi genètic, el nostre equip va realitzar dos treballs més sobre característiques genètiques dels animals fundadors. En primer lloc es va dur a terme un estudi de les particularitats cromosòmiques dels animals que va posar de relleu que no patien anomalies cromosòmiques que poguessin posar en perill la seva eficàcia reproductiva i tampoc no es van detectar diferències entre animals segons el seu origen geogràfic peninsular.

A continuació vam comparar aquests animals amb mostres catalanes de començaments del segle XX i de poblacions europees actuals mitjançant l'anàlisi d'un fragment de DNA mitocondrial (que permet estudiar subpoblacions dins una espècie). Aquest segon estudi va posar de relleu que les llúdrigues actuals i anteriors de la Península Ibèrica comparteixen un mateix patró mitocondrial conseqüència del fet que comparteixen un origen comú força recent. Aquesta característica és extensible a tota Europa ja que hem trobat una mínima variació



© A. Ferrando

Figura 3. Femta de llúdriga sobre una roca de riu. Tant el seu aspecte com la seva localització solen ser força característiques i són molt fàcils de diferenciar d'una altra espècie animal. En aquest cas es pot observar la presència de restes de peix com ara espines i escates.

en aquest patró entre les diferents poblacions estudiades, des de la Península Ibèrica fins a Escandinàvia.

L'objectiu de l'estudi que estem realitzant actualment és avaluar des del punt de vista genètic quina ha estat l'evolució de la població durant aquests primers anys. Atès que la llúdriga és un animal protegit, l'estudi genètic es realitza a partir de mostres obtingudes de manera no invasiva, en aquest cas mostres de femtes i de secrecions anals dels animals. Aquestes mostres contenen cèl·lules del tracte digestiu, cèl·lules amb nucli de les quals es pot extreure el DNA de l'animal. El principal avantatge de seguir l'evolució dels animals a partir d'aquestes mostres no invasives és que no cal capturar l'animal i per tant no se li provoca cap tipus de molèstia.

Mitjançant l'anàlisi del seu DNA establim un perfil genètic característic i únic per a cada animal, una mena de DNI de cada individu. Aquestes dades ens permeten saber quants individus viuen en l'àrea estudiada, quin és el seu sexe, i podem fins i tot, quan és possible, establir quines són les relacions de parentesc que els uneixen. A més a més, contrastant les dades obtingudes amb les dels animals fundadors podem determinar com ha evolucionat la seva diversitat genètica al llarg de les primeres generacions després de la reintroducció.



Recollida d'una secreció anal de llúdriga al costat d'una riera i sota un passallís. És molt important utilitzar material net i estris estèrils per evitar contaminacions de la mostra amb altres fonts de DNA.

L'estudi es troba en un estat bastant avançat i de moment els resultats obtinguts ens mostren que la població que actualment viu en l'àrea de reintroducció està constituïda pels descendents d'aquells animals que van ser alliberats. No s'han trobat coincidències entre els perfils genètics obtinguts de les mostres recollides el 2004 amb els perfils dels animals fundadors que es van estudiar gràcies a mostres recollides durant el període previ a l'alliberament al seu nou hàbitat en què es van mantenir en observació al Zoo de Barcelona. Això vol dir que ja s'ha produït un relleu generacional important, tot i que no descartem que encara sobrevisqui algun dels animals reintroduïts, del qual de moment no s'hagi pogut obtenir una mostra analitzable. Tot i que la llúdriga pot arribar a viure fins uns 15 anys, la seva mitjana de vida en el medi natural acostuma a ser d'uns 3 o 4 anys. De fet, les llúdrigues residents podrien pertànyer a la segona o fins i tot tercera generació de les inicialment alliberades.

Existeix un equilibri entre sexes: s'han trobat aproximadament tants mascles com femelles. Hem trobat una major densitat d'animals en els trams baixos de la Muga i del Fluvià, i a vegades han coincidit, en el mateix punt, rastres de dos individus de sexe diferent i generalment sense relació de parentesc mare-cria.

Una dada interessant de l'estudi és que hem trobat al·lèls (elements dels perfils genètics) de la població actual resident a l'àrea de reintroducció que no estaven presents en els animals fundadors analitzats. Aquest fet s'ha d'interpretar amb cautela, ja que no es van poder estudiar genèticament tots els animals fundadors. Els al·lèls nous trobats podrien venir d'aquests fundadors no analitzats, però també existeix la possibilitat que siguin el resultat de la migració d'animals des d'una altra població, a través de les conques properes com poden ser les del Llobregat o del Segre. Esperem que la progressió de les nostres anàlisis

pugui aclarir aquest punt. Si es confirma l'aportació externa, aquesta dada seria molt encoratjadora perquè significaria que les llúdrigues reintroduïdes no estan aïllades i que existeix ja un contacte entre conques d'una banda i de l'altra de la conca del Llobregat.

El fet de tenir ben caracteritzada la població fundadora i l'actual ajudarà a seguir la seva evolució en el futur. Es podran conèixer, per exemple, quins han estat els moviments migratoris dels animals de les diferents poblacions, de quines conques provenen els animals que han colonitzat nous territoris, si existeix un intercanvi genètic entre elles o si estan genèticament aïllades. Tots aquests paràmetres són importants per monitoritzar i salvaguardar la riquesa genètica i el potencial de supervivència de les poblacions faunístiques en el futur.

AGRAÏMENTS

Volem agrair els esforços de tots els voluntaris que van participar en la recollida de mostres, destacant l'entusiasme que van mostrar pel projecte. També volem agrair al Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà per l'ajut que ens va proporcionar sobre el terreny i al DURSI, Generalitat de Catalunya, per la concessió d'una beca que ens permet dur a terme aquest estudi. Aquest treball es realitza sota el patrocini de la Fundació Territori i Paisatge.

La resta dels autors volem dedicar aquest treball a la memòria d'en Xavier Domingo-Roura que recentment ens ha deixat.



Figura 4. Petjada de l'extremitat anterior d'una llúdriga. Es poden apreciar tant la marca de la planta com també perfectament les marques deixades per les ungles a la sorra.

REFERÈNCIES

Delibes M (1990). La nutria en España. ICONA. Madrid.

Fernández-Morán J, Pérez E, Sanmartín M, Saavedra D, Manteca-Vilanova X (2001). Reversible immobilization of Eurasian otters with a combination of ketamine and medetomidine. *Journal of Wildlife Diseases*, 37: 561-565.

Ferrando A, Ponsà M, Marmi J, Domingo-Roura X (2004). Eurasian otters, *Lutra lutra*, have a dominant mtDNA haplotype from the Iberian Peninsula to Scandinavia. *Journal of Heredity*, 95: 435-440.

García B (2005). La reconquesta de les llúdrigues. *Nat*, 2: 22-27.

Garrabou G, Roig I, Saavedra D, Fernández-Morán J, Ponsà M (2003). Estudios genéticos en la población de nutria eurasiática (*Lutra lutra*) reintroducida en el Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà y comparación cariotípica con otros mustélidos. *Galemys*, 15: 115-124.

Macdonald SM, Mason CF (1994). Status and conservation needs of the otter (*Lutra lutra*) in the Western Palearctic. *Nature and environment*, nº67. Council of Europe, Strasbourg.

Ruiz-Olmo J (1995). Estudio bionómico sobre la nutria (*Lutra lutra* L., 1758) en aguas continentales de la Península Ibérica. Tesis Doctoral. Universitat de Barcelona.

Riuz-Olmo J, Delibes M (1998). La nutria en España ante el horizonte del año 2000. *Secem*. Málaga.

Ruiz-Olmo J (2001). Pla de conservació de la llúdriga a Catalunya: biologia i conservació. Documents dels Quaderns de medi ambient 6. pp. 145.

Saavedra D, Sargatal J (1998). Reintroduction of the otter (*Lutra lutra*) in northeast Spain (Girona province). *Galemys* 10: 191-199



Ainhoa Ferrando

és llicenciada en Veterinària per la Universitat Autònoma de Barcelona i està realitzant la seva tesi doctoral en el Departament de Biologia Cel·lular, de Fisiologia i d'Immunologia de la mateixa Universitat i en la Unitat de Genètica de la Conservació de l'Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries de Cabrils, sota la direcció de Montserrat Ponsà i Xavier Domingo-Roura. La seva tesi se centra en el desenvolupament d'una metodologia per realitzar estudis genètics de poblacions animals silvestres utilitzant com a font de DNA mostres obtingudes de manera no invasiva. Ha aplicat la metodologia al seguiment de la població de llúdrigues (*Lutra lutra*) reintroduïda a les conques del Muga i del Fluvià a Girona. Ha participat en diversos congressos nacionals i internacionals sobre ecologia i genètica de mamífers i del seu treball, de moment, n'han resultat dues publicacions internacionals.



Montse Ponsà

és llicenciada en Biologia i en Farmàcia, doctora en Ciències i Catedrática de Biologia Cel·lular de la Universitat Autònoma de Barcelona. Va ser Vicerectora de Recerca durant 4 anys i ha participat en 25 projectes de I+D. Les seves línies de recerca es centren en l'estudi de la biodiversitat citogenètica en mamífers en perill d'extinció, i en l'estudi de l'evolució cromosòmica en primats i altres mamífers. També ha treballat en Biologia de la Reproducció estudiant aspectes morfològics del procés meiótic i de l'estructura i ultraestructura de gàmetes i embrions de rosegadors. Aquests estudis li han permès publicar més de 50 articles de recerca en revistes internacionals i participar en nombrosos congressos nacionals i internacionals com a ponent o conferenciant convidada. Ha dirigit vuit tesis doctorals, quatre màsters i tres treballs de recerca.



Xavier Domingo-Roura

fou doctor en Bioquímica i Biologia Molecular per la Universitat Autònoma de Barcelona i doctor en Zoologia per la Universitat d'Oxford. Fou l'investigador principal de la Unitat de Genètica de la Conservació de l'Institut de Recerca i Tecnologies Agroalimentàries de Cabrils. La seva formació va incloure estades en universitats del Japó, Estats Units i Regne Unit, i va treballar al Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals de la Universitat Autònoma de Barcelona i a la Universitat Pompeu Fabra. L'objectiu de la seva recerca fou l'estudi de les poblacions animals silvestres, mitjançant l'estudi de les característiques genètiques i moleculars tant dels individus com de les poblacions amb finalitats de seguiment, gestió, conservació i determinació de la seva història evolutiva.

Coordenador científic del projecte INPRIMAT (Research Infrastructure to Promote Primate Molecular Biology), finançat per la Unió Europea. El seu treball li va permetre publicar 19 articles de recerca en revistes internacionals i participar en nombrosos congressos nacionals i internacionals. Va dirigir una tesi doctoral, un màster i tres treballs de recerca.