

NÚMERO 7
SEPTIEMBRE 2001



REVISTA TRIMESTRAL DEL DEPARTAMENTO DE MEDIO AMBIENTE DEL GOBIERNO DE ARAGON

MEDIO AMBIENTE

Aragón

**Plan Forestal y
de Conservación de
la Biodiversidad**

Estrategia de Educación Ambiental

Sumario



8



13



8



16



22



18



26



20

OPINIÓN

- 4 Tribuna Ajena
- 5 Editorial

6 NOTICIAS BREVES

ACTUALIDAD

- 8 Plan de Acción Forestal y de Conservación de la Biodiversidad en Aragón

MEDIO NATURAL

- 13 Conservación de la trucha común aragonesa

ENTREVISTA

- 16 María Begoña García González, bióloga aragonesa experta en «Borderea»

AGUA

- 18 El Plan de Infraestructuras Hidráulicas de Aragón, en marcha
- 20 Conclusiones de la Conferencia Internacional «El PHN y la gestión sostenible del agua»

CALIDAD AMBIENTAL

- 22 Se inicia el inventario de emisiones contaminantes

EDUCACIÓN AMBIENTAL

- 26 Camino hacia la Estrategia Aragonesa de Educación Ambiental

30 PUBLICACIONES Y AGENDA

31 ACTIVIDADES

Conservación de la trucha común aragonesa

Carolina Monclús (*)
 Rubén Larrayad (*)
 José M.^a Blasco (*)
 Michel Villalta (*, **)
 José Luis Clavero (***)

La trucha común (*Salmo trutta*) es una especie con una extraordinaria plasticidad fenotípica —aspecto o morfología— y diferentes variantes ecológicas: la trucha de mar o «reo» (anadroma), la trucha de río («fario» o fluviátil, y que encontramos en Aragón) y, finalmente, la trucha de lago (lacustre). Teniendo en cuenta la situación geoestratégica de la Península Ibérica, nuestras poblaciones ibéricas de trucha común corresponden en origen a los linajes «atlánticos» y «mediterráneos».

En particular, en Aragón —cuyos recursos hídricos dependen de las cuencas del Ebro y del Júcar, en gran medida— se han detectado diversas poblaciones de truchas autóctonas de tipo «mediterráneo». De la misma manera, y en la comarca de Albarracín (Teruel), donde se produce el nacimiento del río Tajo —gran sistema hídrico de vocación atlántica—, se ha identificado la única reserva natural de trucha común autóctona de origen «atlántico» de nuestra Comunidad Autónoma.

Problemática y estudio genético

En las últimas décadas hemos asistido a un declive considerable de nuestras poblaciones autóctonas de trucha y uno de los factores que ha incidido decisivamente ha sido la excesiva presión de pesca a la que se han visto sometidos nuestros ríos y, de otra parte, las medidas correctoras adoptadas por las sucesivas administraciones gestoras de la pesca fluvial y, en particular, los pro-



Figura 1. Muestreo mediante pesca eléctrica, que induce una «electronarcosis» transitoria en los peces (1). Las truchas se fotografiaron y como material biológico se obtuvo una biopsia de aleta adiposa (2), para la obtención de ADN, que se conservó en etanol (3). Por último, los individuos capturados se devolvieron al cauce.

gramas de repoblación. Estas repoblaciones han sido especialmente perjudiciales en algunos países de la Unión Europea —España entre ellos—, debido a que se han utilizado líneas domesticadas de trucha «atlántica» de origen centroeuropeo para repoblar ríos «mediterráneos» (Villalta y Blasco, 1997). Hasta hace poco, no se habían realizado estudios genéticos de esta especie piscícola en Aragón y, en consecuencia, se desconocía la estructura genética de las distintas poblaciones de trucha existentes en nuestros ríos, así como su relación filogenética o de parentesco. Es por ello, que el Gobierno de Aragón, a instancias del Departamento de Medio Ambiente, decidió acometer estos trabajos que se están llevando a cabo en el Servicio de Investigación Agroalimentaria (SIA) y cuyos resultados más relevantes se resumen a continuación.

Metodología de estudio

De este modo, mediante electropesca se ha muestreado un gran número de tramos fluviales aragoneses, tanto de la cuenca Mediterránea (Ebro y Júcar) como de la vertiente Atlántica (Tajo, en la comarca de Albarracín). A su vez, también se han estudiado las tres piscifactorías oficiales de la Diputación General de Aragón encargadas de los programas de repoblación.

Para completar este estudio se obtuvieron ejemplares de otras comunidades autónomas: 1) rías gallegas de las cuencas del Norte, 2) ríos adscritos a la cuenca del Duero y 3) algún río de la cuenca del Ebro en Castilla y León. Los individuos capturados se fotografiaron, se les practicó una biopsia de aleta adiposa (para obtener ADN) y, por último, se devolvieron al cauce (figura 1).

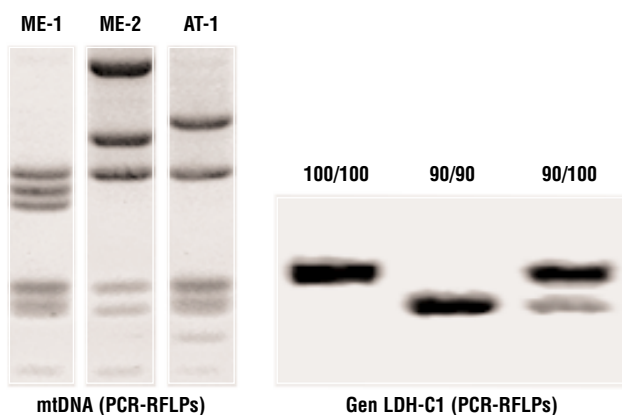


Figura 2. Metodología genética empleada (PCR-RFLPs). El DNA mitocondrial (mtDNA) permite identificar el origen macrogeográfico de nuestras razas autóctonas aragonesas (ME-1, ME-2 y AT-1) que presentan una huella genética singular (ver perfiles de bandas) (ME, mediterráneo y AT, atlántico). A su vez, el gen LDH-C1 da información sobre los progenitores. Así, 100/100 indica que los alelos paterno y materno son «autóctonos» o ibéricos. Por el contrario, 90/90 determina el origen «centroeuropéo» de las truchas atlánticas domesticadas de piscifactoría. Finalmente, la configuración alélica 90/100 sería de una trucha «híbrida» (cruce de trucha «autóctona» y «centroeuropéa»).

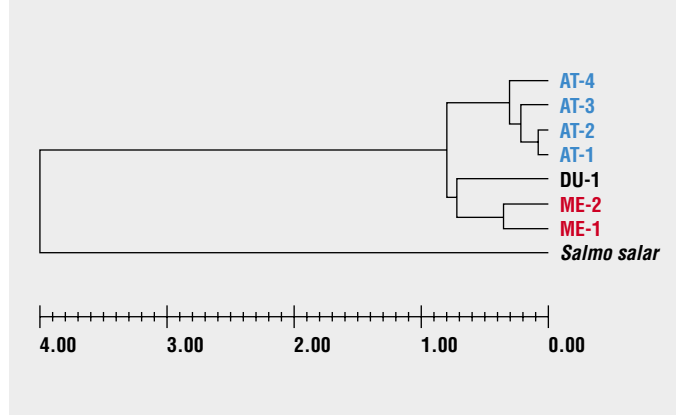


Figura 3. Representación gráfica de las distancias genéticas (dendograma) de las truchas empleadas en este estudio donde se muestran los tres agrupamientos filogenéticos principales: 1) Atlántico (azul), 2) Duero (negro) y 3) Mediterráneo (rojo). Como control externo se utilizó el salmón (*Salmo salar*). En este diagrama, nuestras razas aragonesas de trucha común serían las de origen «mediterráneo» (ME-1 y ME-2) y, a su vez, en un refugio del alto Tajo (comarca turolense de Albarracín) tendríamos la única reserva natural de trucha «atlántica» (AT-1) de nuestra Comunidad Autónoma.

Las biopsias de aleta se analizaron con una metodología de uso exhaustivo en laboratorios de genética y medicina forense que no compromete la supervivencia del individuo al precisar de cantidades ínfimas de material biológico. Este método consiste en la amplificación de fragmentos de ADN mediante la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) —instrumento análogo a una «fotocopiadora de genes»—, y posterior estudio por electroforesis de los fragmentos resultantes (RFLP's) de su digestión con ciertas enzimas lo que, en definitiva, rinde una «huella genética» —similar a un código de barras— que es singular de la trucha o de la población a la que pertenece (Villalta et al., 1998).

Asociado a esta tecnología, se han utilizado dos marcadores moleculares de gran interés en estudios filogenéticos en salmónidos: 1) el ADN mitocondrial (mtDNA) que nos permite identificar el origen «macrogeográfico» de nuestras poblaciones de truchas en Aragón («atlánticas» y «mediterráneas», básicamente) (Bernatchez et al., 1992) y, a su vez, 2) el gen LDH-C1 (lactodeshidrogenasa) que nos indicará su estado de conservación o, alternativamente, el grado de «hibridación o in-

trogresión genética» de nuestras truchas autóctonas con las truchas domesticadas atlánticas de piscifactoría. De este modo, el alelo LDH-C1*100 resulta ser la variante más remota o «ancestral» y se asocia con nuestras poblaciones ibéricas de trucha —tanto atlánticas como mediterráneas— y, por el contrario, la variante alélica LDH-C1*90 o «moderna» es característica de las líneas domesticadas «atlánticas» de piscifactoría (McMeel et al., 2001) (ver figura 2).

Nuestras razas aragonesas de trucha común

Este estudio ha permitido identificar las distintas poblaciones de trucha presentes en nuestros ríos aragoneses, atendiendo a un criterio de origen «macrogeográfico», y utilizando una técnica y herramienta molecular que no compromete la supervivencia del individuo (Villalta et al., 1998; Larrayad et al., 1999). Por otra parte, también ha supuesto realizar estudios de parentesco dentro de la misma especie —con truchas de otras cuencas hidrográficas—, cuyas distancias genéticas se representan gráficamente en el árbol filo-

genético o dendograma (figura 3) (Monclús et al., 2001).

Como puede deducirse del dendograma (figura 3), el ensamblaje filogenético «mediterráneo» está constituido por 2 haplotipos de truchas autóctonas (ME-1 y ME-2) presentes en nuestros ríos aragoneses (cuencas del Ebro y del Júcar). A su vez, existe otro agrupamiento constituido por truchas «atlánticas» con 4 haplotipos diferentes: AT-1 y AT-2 (truchas autóctonas de las cuencas del Norte de España), y AT-3 y AT-4 (truchas domesticadas de origen centroeuropéo y presentes en nuestras piscifactorías oficiales y ríos repoblados). Por último, también se ha detectado la presencia de un haplotipo mitocondrial que es singular de la cuenca del Duero (DU-1) y que constituye *per se* otra rama principal del árbol filogenético.

En consecuencia, en Aragón se pueden encontrar dos linajes ibéricos de trucha «mediterránea» (ME-1 y ME-2) cuya área de expansión se localiza en ríos y afluentes adscritos a las cuencas del Ebro y del Júcar, así como un tercer linaje ibérico de origen «atlántico» (AT-1) que se encuentra en un refugio del alto Tajo en la comarca turolense de Albarracín. Asimismo, debe indicarse que todos estos linajes ibéricos se ca-

racterizan por la presencia del alelo LDH-C1*100 «ancestral». En la *figura 4*, se muestran ejemplares representativos de nuestras «razas aragonesas», donde se aprecian algunas singularidades morfológicas que, en algunas ocasiones, son difíciles de identificar, por lo que, en última instancia, el análisis genético resulta ser ineludible dada la gran «plasticidad fenotípica» de esta especie.

Desde un enfoque puramente conservacionista, se puede afirmar que todas nuestras razas aragonesas de trucha común (ME-1, ME-2 y AT-1, con la variante LDH-C1*100) han sido localizadas en un número significativo de «refugios fluviales» que no han sido blanco de los programas de repoblación de las últimas décadas y, por tanto, no se encuentran extensamente hibridadas con los ejemplares «atlánticos» de piscifactoría (AT-3 y AT-4, que tienen el alelo LDC-C1*90).

En particular, nuestro linaje autóctono ME-1 se ha podido aislar en numerosos ríos y afluentes de las tres provincias aragonesas. Por el contrario, el linaje ME-2 se ha aislado en pureza en diferentes tramos fluviales de algunos ríos pirenaicos que, a su vez, se encuentran contaminados con haplotipos «atlánticos» de piscifactoría, por lo que, en este caso, el riesgo de hibridación es latente. Finalmente, debe indicarse que la única reserva natural de trucha «atlántica» en Aragón (nacimiento del río Tajo en la comarca de Albarracín) se corresponde con el haplotipo mitocondrial de truchas autóctonas gallegas de las cuencas del Norte (AT-1) —como era de esperar, dada la vocación atlántica de este río—. En este caso, se han podido detectar algunos puntos de muestreo donde este linaje se encuentra en pureza pero, a su vez, existen otros tramos en los que se registra hibridación con genotipos atlánticos de piscifactoría (AT-3 y AT-4, llevando el alelo LDH-C1*90). ■

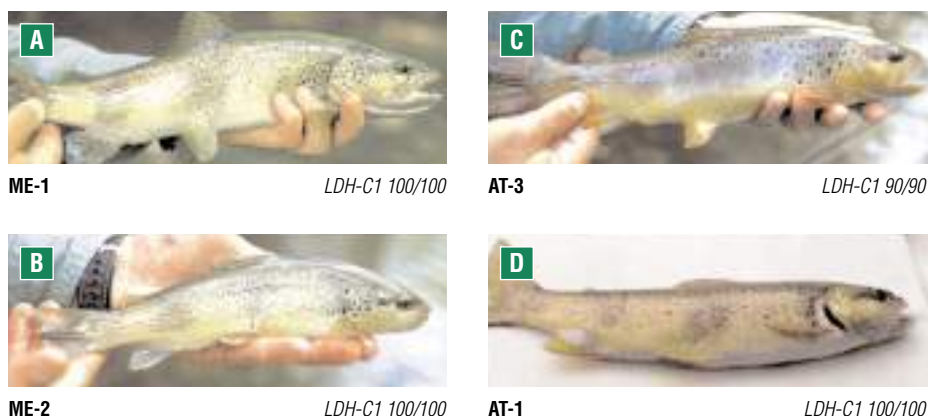


Figura 4. Plasticidad fenotípica de la trucha común (*Salmo trutta*). a) Trucha autóctona aragonesa de origen mediterráneo (ME-1) que posee multitud de pintas pequeñas negras y rojas rodeadas por un halo blanquecino y, además, dispone de cuatro franjas oscuras que la cruzan. b) Trucha autóctona de origen mediterráneo (ME-2) parecida a la anterior que, hasta la fecha, no ha sido aislada en pureza en ningún río de nuestra Comunidad Autónoma. c) Trucha domesticada de origen atlántico (AT-3) que se utiliza en los programas de repoblación en la que destaca un menor número de pintas, siendo éstas ovaladas y de mayor tamaño. d) Trucha autóctona de origen atlántico (AT-1) aislada en un refugio del nacimiento del río Tajo (Comarca de Albarracín, Teruel) donde su patrón morfológico se ajusta al de las truchas atlánticas pero, a su vez, se pueden apreciar las franjas que caracterizan a nuestras poblaciones ibéricas.

Hacia un nuevo modelo de gestión

EL presente trabajo sienta las bases para un nuevo modelo de gestión de la pesca fluvial en Aragón de acuerdo con el Decreto 45/1995, que regula el Catálogo de Especies Amenazadas en nuestra Comunidad. En este sentido, el objetivo inicial planteado desde el Departamento de Medio Ambiente fue conocer el origen de nuestras razas autóctonas, la localización de «refugios fluviales» donde se encontraran en pureza y, del mismo modo, determinar el impacto de los programas de repoblación llevados a cabo décadas atrás.

Los resultados de este estudio, en los que se ha puesto a punto una metodología de análisis «no letal» que permite abordar los fines previos (Villalta et al., 1998; Larrayad et al., 1999), ponen de manifiesto que en nuestros ríos aragoneses existen, al menos, tres linajes autóctonos ibéricos de trucha candidatos a ser nuestras «razas aragonesas»: dos de ellas tendrían un origen «mediterráneo» (ME-1 y ME-2) y estarían en tramos fluviales adscritos a las confederaciones hidrográficas del Ebro y del Júcar y, a su vez, una tercera de origen «atlántico» (AT-1) localizada en el nacimiento del río Tajo en nuestra comarca turolense de Albarracín. En este último caso, debe indicarse que se trataría de la única «reserva natural» de trucha atlántica en Aragón (Monclús et al., 2001).

Con la reciente puesta a punto en nuestro laboratorio de un nuevo método para determinar el estado de conservación de estas poblaciones (McMeel et al., 2001), estamos constatando el deficiente estado de conservación de la mayoría de nuestros ríos y afluentes aragoneses estudiados hasta la fecha. En concreto, existen pocos tramos fluviales donde nuestras truchas autóctonas no estén «hibridadas» con ejemplares atlánticos procedentes de piscifac-

toría (alelo LDH-C1*90), siendo estos tramos verdaderos «refugios fluviales» que albergan trucha autóctona en pureza y, en consecuencia, potenciales «reservas genéticas». Afortunadamente, disponemos de un número significativo de estos «refugios» que, con unas adecuadas medidas de protección, podrían nutrir a un hipotético plan de recuperación o conservación de nuestras razas aragonesas de trucha en caso de ser clasificada la especie en las categorías de «en peligro de extinción» o «vulnerable», respectivamente. Entre las medidas iniciales a tomar, destacan: 1) la protección de estos refugios creando «reservas genéticas», 2) desestimar cualquier repoblación en estos tramos y, en última instancia, 3) tratar de domesticar nuestras razas autóctonas para futuros programas de repoblación.

FINALMENTE, se concluye que la situación de la especie en Aragón —y por extensión en el resto de España— es similar a la descrita en la mayoría de los países miembros de la UE, según un comité de expertos reunidos al efecto (Troutconcert, 1999), por lo que dentro de poco tiempo será, posiblemente, declarada especie europea amenazada. Del mismo modo, se argumentó que las medidas de protección a implementar debían ser de orden local, dada la compleja estructura genética de este taxón y siendo, además, de especial interés en el sur y este de Europa, donde la biodiversidad de esta especie es máxima. Es por ello que en la actualidad estamos desarrollando nuevos marcadores genéticos, en colaboración con un equipo científico catalán y francés, que nos permitan avanzar en la caracterización «microgeográfica» de nuestras razas para la identificación de las adaptaciones locales que se dan en nuestra Comunidad Autónoma y en el marco de un proyecto transfronterizo (Comunidad de Trabajo de los Pirineos, Gobierno de Aragón y Fondo Social Europeo).

(*) SERVICIO DE INVESTIGACIÓN AGROALIMENTARIA (DGA).

(**) ZONA VETERINARIA DE ALBARRACÍN-TERUEL (DGA).

(***) DIRECCIÓN GENERAL DEL MEDIO NATURAL (DGA).