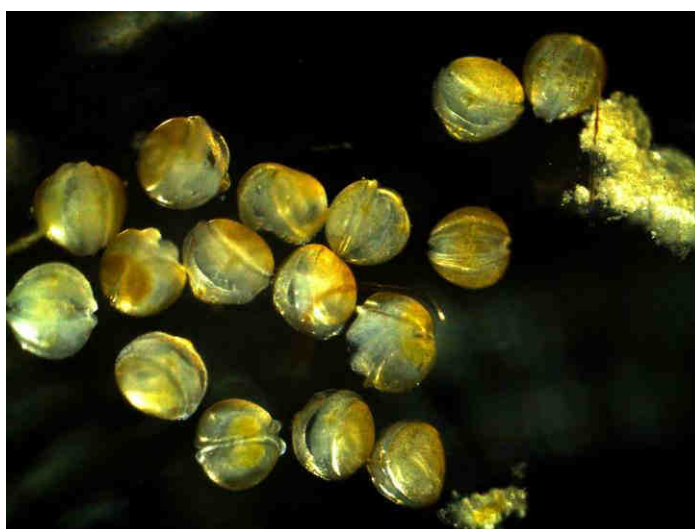


LIFE12 NAT/ES/001091

"Conservación de fauna fluvial de interés europeo en red Natura 2000 de las cuencas de los ríos Ter, Fluviá y Muga"



D.2 – SEGUIMIENTOS DE *Unio elongatulus*

Informe de reproducción, refuerzos y seguimientos de *Unio elongatulus*

DICIEMBRE 2017





LIFE12 NAT/ES/001091

"Conservación de fauna fluvial de interés europeo en red Natura 2000 de las cuencas de los ríos Ter, Fluviá y Muga"

Beneficiarios:



Cofinanciadores:



Diputació de Girona



Ajuntament de Banyoles



AJUNTAMENT DE PORQUERES



Dirección de la oficina técnica:

Plaça dels Estudis, 2
17820 - Banyoles (Girona)

Tel. / Fax: 972.57.64.95
correu-e: consorci@consorci-delestany.org

web: www.lifepotamofauna.org

D.2 – SEGUIMIENTOS DE *Unio elongatulus*

Informe de reproducción, refuerzos y seguimientos de *Unio elongatulus*

DICIEMBRE 2017

Equipo de redacción:

Carles Feo Quer, Consorci de l'Estany

Quim Pou Rovira, Consorci de l'Estany

Miquel Campos Llach, Consorci de l'Estany

Rafael Araujo Armero. Museo Nacional de Ciencias Naturales - CSIC



Promotor:



Seguimiento y dirección:

Miquel Campos Llach, Consorci de l'Estany

Quim Pou Rovira, Consorci de l'Estany

Índice

CAPITULO I. LA CRÍA EN CAUTIVIDAD

	Pág.
RELACIÓN DE FIGURAS Y TABLAS	1
1.- RESÚMENES (ESPAÑOL, CATALÀ Y ENGLISH).....	2
2.- INTRODUCCIÓN.....	5
3.- OBJETIVOS.....	6
4.- LA CRÍA DE NÁYADES	7
4.1.- PRODUCCIÓN DE JUVENILES.....	7
4.2.- NÁYADES UTILIZADAS.....	12
4.3.- PECES UTILIZADOS.....	14
4.4.- DATOS DE LAS INFESTACIONES.....	17
4.5.- SEGUIMIENTO AMBIENTAL.....	24
4.6.- PRODUCCIÓN IN-VITRO.....	26
4.7.- MEJORA DE LAS INSTALACIONES Y SISTEMAS DE PRODUCCIÓN	30
5.- ENGORDE DE SEMILLA.....	32
5.1.- PRODUCCIÓN DE JUVENILES.....	32
5.2.- SISTEMAS DE ENGORDE.....	34
5.3.- SEGUIMIENTO ANUAL ENGORDE DE LAS COHORTES.....	44
6.- REPOBLACIONES.....	66
6.1.- REPOBLACIONES.....	66
6.2.- REVISIÓN DE LAS REPOBLACIONES.....	72
6.3.- REVISIÓN DEL ÉXITO DE LAS REPOBLACIONES DEL MEDIO NATURAL	74
7.- RESERVA EN LABORATORIO Y PREVISIÓN POST-LIFE.....	80
8.- BIBLIOGRAFÍA.....	81
ANEXOS.....	83

1.- RESÚMENES

1.1.- RESUM (EN CATALÀ)

El projecte LIFE Potamo Fauna ha aconseguit la millora i recuperació de poblacions de les nàiades *Unio mancus* i *U. ravoisieri*, denominació actual d'*Unio elongatulus*, a les conques del Fluvià i del Ter. S'han realitzat repoblacions en 48 localitats repartides en 7 espais naturals de la Xarxa Natura 2000. 30 han estat noves localitats, i en les altres 18 s'han reforçat les reduïdes poblacions existents. Les repoblacions s'han realitzat mitjançant l'alliberament de 4504 exemplars criats en captivitat entre 2014 i 2016 en el laboratori de cria de nàiades. També s'han practicat translocaments de 747 exemplars adults a noves localitats, especialment per ampliar la distribució als rius Ser i Llèmena. Altres sistemes utilitzats han estat la repoblació directe amb 104.501 juvenils llavor de nàiade nascuts el 2017 i l'alliberament de 4857 peixos infestats amb gloquidis en 20 localitats.

La revisió de les repoblacions realitzades el 2016 va permetre observar un percentatge variable de supervivència al cap d'un any entre el 14 i el 46%. Els problemes detectats va ser la sequera, la presència d'espècies invasores com el cranc roig americà i l'efecte de les riudes. Els coneixements adquirits van permetre aplicar millores als alliberaments del 2017. Els millors resultats s'han obtinguts en ambients hidrològicament estables com recs i canals i amb baixa densitat de depredadors.

El laboratori de cria de nàiades ha produït 737.117 juvenils entre 2014 i 2017 amb la utilització de 1334 nàiades gràvides i la infestació de 3219 peixos. S'han criat juvenils utilitzant parentals de *U. mancus* del riu Fluvià, el Llèmena, el Brugent i l'Estany de Banyoles, i parentals d'*U. ravoisieri* per el riu Ser i Banyoles. No s'han localitzat adults al riu Ter, ni a la riera de Xuncla i Riudelleques, que han estat repoblats amb nàiades criades d'altres localitats. Del total produït només han sobreviscut fins el 2017 uns 5.579 exemplars amb una supervivència global als tres anys d'entre el 0,34 i 1,67%. El procés d'engreix de les nàiades es molt complicat i hi ha molts factors que afecten a la mortalitat. S'han aplicat nombroses millores en els sistemes de cria i d'engreix, entre ells experiments amb alimentació suplementaria en condicions controlades, per tal de millorar la supervivència i el creixement dels exemplars. També s'han obtingut els primers resultats en la cria in vitro de juvenils de *U. mancus*, i s'ha realitzat una publicació sobre el desenvolupament dels primers estadis dels juvenils.

1.2.- RESUMEN (EN ESPAÑOL)

El proyecto LIFE Potamo Fauna ha conseguido la mejora y recuperación de poblaciones de las náyades *Unio mancus* y *U. ravoisieri*, denominación actual de *Unio elongatulus*, en las cuencas del Fluvià y del Ter. Se han realizado repoblaciones en 48 localidades repartidas en 7 espacios naturales de la Red Natura 2000. 30 han sido nuevas localidades, y en las otras 18 se han reforzado las reducidas poblaciones existentes. Las repoblaciones se han realizado mediante la liberación de 4504 ejemplares criados en cautividad entre 2014 y 2016 en el laboratorio de cría de náyades. También se han practicado translocamientos de 747 ejemplares adultos a nuevas localidades, especialmente para ampliar la distribución a los ríos Ser y Llémena. Otros sistemas utilizados han sido la repoblación directa con 104.501 juveniles semilla de náyade nacidos en 2017 y la liberación de 4857 peces infestados con gloquidios en 20 localidades.

La revisión de las repoblaciones realizadas en 2016 permitió observar un porcentaje variable de supervivencia al cabo de un año entre el 14 y el 46%. Los problemas detectados fueron la sequía, la presencia de especies invasoras como el cangrejo rojo americano y el efecto de las riadas. Los conocimientos adquiridos permitieron aplicar mejoras en las liberaciones de 2017. Los mejores resultados se han obtenido en ambientes hidrológicamente estables como acequias y canales y con baja densidad de depredadores.

El laboratorio de cría de náyades ha producido 737.117 juveniles entre 2014 y 2017 con la utilización de 1334 náyades grávidas y la infestación de 3219 peces. Se han criado juveniles utilizando parentales de *U. mancus* del río Fluvià, el Llémena, el Brugent y el Lago de Banyoles, y parentales de *U. ravoisieri* por el río Ser y Banyoles. No se han localizado adultos en el río Ter, ni en el arroyo de Xunclà y Riudelleques, que han sido repoblados con náyades criadas de otras localidades. Del total producido sólo han sobrevivido hasta el 2017 unos 5.579 ejemplares con una supervivencia global a los tres años de entre el 0,34 y 1,67%. El proceso de engorde de las náyades es muy complicado y hay muchos factores que afectan a la mortalidad. Se han aplicado numerosas mejoras en los sistemas de cría y de engorde, entre ellos experimentos con alimentación suplementaria en condiciones controladas, para mejorar la supervivencia y el crecimiento de los ejemplares. También se han obtenido los primeros resultados en la cría in vitro de juveniles de *U. mancus*, y se ha realizado una publicación sobre el desarrollo de los primeros estadios de los juveniles.

1.3.- ABSTRACT (IN ENGLISH)

The LIFE Potamo Fauna project has achieved the improvement and recovery of populations of freshwater mussels *Unio mancus* and *U. ravoisieri*, current name of *Unio elongatulus*, in the Fluvià and Ter basins. Restocking has been carried out in 48 localities distributed in 7 natural areas SCI of the Natura 2000 network. 30 have been new locations, and in the other 18 have increased the existing reduced populations. The restocking has been carried out by the release of 4504 specimens reared in captivity between 2014 and 2016 in the freshwater mussels breeding lab. There have also been translocations of 747 adult specimens to new locations, especially to extend the distribution in the Ser and Llémena rivers. Other systems used have been the direct repopulation with 104,501 juvenile seed of freshwater mussels reared in 2017 and the release of 4857 fish infested with glochidia in 20 locations.

The revision of the repopulations carried out in 2016 allowed a variable percentage of survival to be observed between 14 and 46% after one year. The problems detected were drought, the presence of invasive species such as the red swamp crayfish and the effect of flooding. The acquired knowledge allowed improvements in the 2017 releases to be applied. The best results have been obtained in hydrologically stable environments such as ditches and channels and with low predator densities.

The naiad breeding lab has produced 737,117 juveniles between 2014 and 2017 with the use of 1334 pregnant freshwater mussels and the infestation of 3219 host fish. Juveniles have been raised using reproductive adults of *U. mancus* from the Fluvià river, the Llémena, the Brugent and the Lake of Banyoles, and adults of *U. ravoisieri* from the river Ser and Banyoles. No adults have been found on the Ter river, nor on the stream of Xunclà and Riudelleques, which have been repopulated with juveniles reared from other locations. Of the total produced, only 5,579 have survived until 2017, with a global survival rate at three years between 0.34 and 1.67%. The fattening process of the juveniles is very complicated and there are many factors that affect mortality. Many improvements have been applied to breeding and fattening systems, including experiments with supplemental feeding in controlled conditions, to improve the survival and growth of specimens. First results have also been obtained in the *in vitro* breeding of juveniles of *U. mancus*, and a publication on the development of the first stages of juveniles has been made.

2.- INTRODUCCIÓN

Las náyades o grandes bivalvos de agua dulce (Mollusca, Bivalvia, Unionoidea) se distribuyen por todo el mundo a excepción del continente antártico. Quizá la principal característica de estos moluscos es su ciclo vital, ya que presentan un estado larvario único en el reino animal; el más común es el denominado gloquidio, larva que requiere la presencia de un hospedador, en general un pez, en el que tras una metamorfosis se produce la fase juvenil. Es además frecuente la especificidad entre náyades y peces, de forma que no todas las especies de peces pueden actuar como hospedadoras de los gloquidios de todas las náyades. Ésta y otras razones pueden fácilmente explicar porqué las náyades están consideradas actualmente como uno de los grupos animales más amenazado del planeta.

Actualmente se considera la existencia en la zona de estudio del LIFE Potamo Fauna las siguientes 4 especies (Araujo y col., 2009; Pou y col., 2007): *Potomida littoralis* (Cuvier, 1798), *U. mancus* (Lamarck, 1819), *U. ravoisieri* (Deshayes, 1847) y *Anodonta anatina* (L. 1758). El proyecto LIFE se ha centrado en la recuperación de dos de ellas, *U. mancus* y *U. ravoisieri*, que hasta hace unos años estaban incluidas en el taxón "*Unio elongatulus*" en la directiva hábitats de la UE.

El Proyecto tiene como objetivo recuperar las poblaciones de peces autóctonos y náyades de las cuencas Fluvià, Ter y Muga. Para ello se cuenta con un laboratorio de cría para la reproducción de náyades en condiciones de semicautividad.

Antecedentes

Cada vez son más los proyectos relacionados con la reproducción de náyades. El crítico estado de conservación de las náyades ha originado numerosos proyectos de recuperación en base a la cría en cautividad, existiendo diversas experiencias en Estados Unidos y Europa. Gum, Lange & Geist (2011) han publicado recientemente una reflexión crítica sobre algunas de las técnicas de cría en cautividad, utilizadas en Europa y los EE.UU., con énfasis en *Margaritifera margaritifera*. En España se han desarrollado proyectos previos con objetivos similares. El primero consistió en la cría en cautividad de juveniles de *M. auricularia* (Araujo, Quirós y Ramos, 2003) que prosiguió gracias a un proyecto LIFE de Conservación de *Margaritifera auricularia* (LIFE04 NAT/ES/000033). También en el Parque Natural de la Zona Volcánica de la Garrotxa (PNZVG) se estuvo desarrollando un proyecto de reproducción de *Unio elongatulus aleroni* (actualmente *U. ravoisieri*) desde 1994

(Minuartia, 1995 a 2005). Se puede ampliar información de estas experiencias en la recopilación sobre cría de náyades en el mundo (Araujo y Morales, 2010) en su informe sobre la cría en cautividad y semicautividad de *M. margaritifera* en el Río Negro.

Finalmente, el antecedente más reciente es el Proyecto LIFE 08 NAT/ES/ 000078 gestionado por el Consorci de l'Estany que se ha dedicado a restaurar la fauna nativa del lago de Banyoles (Girona, España), apostando por un sistema seminatural de cría en cautividad de *Unio mancus* y *U. ravoisieri* (Feo y col., 2013 y 2014). Los conocimientos y las instalaciones desarrolladas para este proyecto han fomentado el programa de actuaciones de conservación de náyades del presente proyecto.

3.- OBJETIVOS

Se redacta este informe en cumplimiento de las acciones C1 y D2 del proyecto LIFE Potamo Fauna como base para conseguir el objetivo del proyecto, es decir, la mejora de las poblaciones de *Unio elongatulus* a partir de su reproducción en cautividad. Estos son los objetivos específicos del presente informe:

- Determinar el estado de las poblaciones naturales de náyades en las cuencas de los ríos Ter y Fluvià, en lo que refiere a estado poblacional y distribución.
- Establecer el cumplimiento de los objetivos establecidos en los protocolos de cría en cautividad, protocolo de refuerzos poblacionales y protocolo de seguimientos de la población de náyades.
- Presentar los resultados y conclusiones derivados de todo el proceso de producción y engorde de juveniles de náyades de las dos especies (*U. mancus* y *U. ravoisieri*) en el laboratorio de cría de náyades
- Presentar los resultados de los refuerzos poblacionales de náyades, así como su seguimiento. Está prevista la creación de 2 a 4 nuevas localidades de náyade en cada espacio natural de la red Natura 2000.
- Definir las mejoras obtenidas en aspectos técnicos concernientes a la metodología de cría en cautividad, así como los criterios de realización de los refuerzos poblacionales.

4.- LA CRÍA EN CAUTIVIDAD EN EL LABORATORIO DE NÁYADES DEL LAGO DE BANYOLES

El proceso de cría de náyades ha seguido el protocolo determinado a tal efecto en la acción A1 del presente proyecto. Anualmente se ha iniciado la recogida de parentales grávidos de náyades durante el mes de marzo y se han realizado infestaciones a partir del mes de abril hasta finales de julio. Para una mayor comprensión de los resultados y del trabajo elaborado en la cría en cautividad se ha seguido el siguiente índice.

- **4.1.** Producción de juveniles según año y cuenca de origen de los parentales
- **4.2.** Parentales de náyades utilizados anualmente
- **4.3.** Peces utilizados en la cría en cautividad
- **4.4.** Infestaciones de peces realizadas: fenología, estacionalidad, productividad, peces huésped y otros detalles metodológicos
- **4.5.** Seguimiento ambiental Laboratorio versus medio natural
- **4.6.** Producción in vitro
- **4.7.** Mejoras en instalaciones y sistemas de producción

4.1. PRODUCCIÓN DE JUVENILES SEGÚN AÑO Y CUENCA DE LOS PARENTALES

El periodo reproductivo de las náyades del género *Unio* en la zona de estudio se extiende desde marzo hasta agosto, aunque los momentos de máxima obtención de individuos grávidos se produce de abril a julio. La recogida de náyades comienza a finales de marzo y desde mediados de abril a junio la proporción de individuos grávidos en la población natural se sitúa entre el 10 y el 30 %. Los ejemplares grávidos son recogidos del medio natural, una vez comprobada visualmente la presencia de bolsas de huevos/gloquidios en los túbulos de las branquias.

Se han realizado 114 infestaciones de peces con gloquidios en el laboratorio (Anejo I). Cada infestación se considera que es un lote de peces infestados de un mismo origen, en una misma fecha, o como máximo con tres días de diferencia, y de un mismo grupo de náyade parentales. En 2014 se empezó un poco tarde y la primera infestación fue en mayo, en cambio en 2015 se hizo la primera infestación un 30 de marzo. En 2014, 2015 y 2016 se alargó el periodo de cría hasta julio, aunque durante este mes la presencia de individuos grávidos se reduce y es más difícil obtener gloquidios.

Mes	2014			2015					2016				2017			Total
	5	6	7	3	4	5	6	7	4	5	6	7	4	5	6	
UMA Banyoles	3	2	1			2		7			3			10		28
UMA Brugent	5			1	7					1	2		3			19
UMA Fluvià	2	3				1	4	6	3	1			2			22
UMA Llémèna			4		4	3			9	2				3		25
URA Banyoles	2	2					4			3	5			3		19
URA Ser			1													1
Total	12	7	6	1	11	6	15	6	12	6	9	2	5	10	6	114

Tabla 1. Número de infestaciones (lotes) resumidas según el mes de infestación separadas por cuenca de origen de las náyades parentales que indica la fenología de la producción de juveniles. UMA: *Unio mancus*, URA: *U. ravoisieri*. Datos disponibles en el anejo I.

Estas infestaciones se han realizado de forma continua dentro del periodo reproductivo en función de la disponibilidad de gloquidios y peces. Se empezaba con náyades de una cuenca fluvial determinada y a los 20 o 30 días se incorporaba otra población y la anterior se devolvía al lugar de origen, lo que permitía un ligero solapamiento de las infestaciones y una mayor optimización de las instalaciones del laboratorio. De forma que casi de forma permanente había peces infestados en las diferentes fases de la cría en cada momento (infestación, maduración y recogida). Las infestaciones se han realizado de forma separada para cada cuenca fluvial, intercambiando el orden entre los años. Por ejemplo, las náyades del Brugent se criaron en mayo en 2014, en marzo y abril en 2015, en junio y julio en 2016 y en abril en 2017.

ESPECIE	CUENCA/AÑO	2014	2015	2016	2017	TOTAL
UMA	Banyoles	23.878	14.065	58.282	50.385	146.610
UMA	Brugent	39.809	96.094	29.735	40.022	205.660
UMA	Fluvià	36.254	57.606	27.130	29.473	150.463
UMA	Llémèna	12.924	29.051	68.984	13.826	124.785
	Total UMA	112.865	196.816	184.131	133.706	627.518
URA	Banyoles	17.196	4763	56.296	26.751	105.006
URA	Ser	4.593				4.593
	Total URA	21.789	4.763	56.296	26.751	109.599
	TOTAL	134.654	201.579	240.427	160.457	737.117

Tabla 2. Número total de juveniles de náyade producidos en las instalaciones del laboratorio según la especie, el año y la cuenca fluvial de origen de los parentales o hembras grávidas.

Se han producido 737.117 juveniles de náyade entre 2014 y 2017, lo que normalmente se denomina semilla de náyade porqué se trata de juveniles recién caídos del pez de 250 micras de longitud. La producción máxima se produjo en 2016 aprovechando las mejoras y la optimización del proceso de producción, y el menor en 2014 porque el laboratorio no estuvo operativo hasta el mes de mayo. En 2017 también se ha reducido la producción por el hecho de que, siendo el último año de proyecto, se dedicaron más esfuerzos a las actuaciones de engorde de ejemplares, revisión de las siembras y a la repoblación.

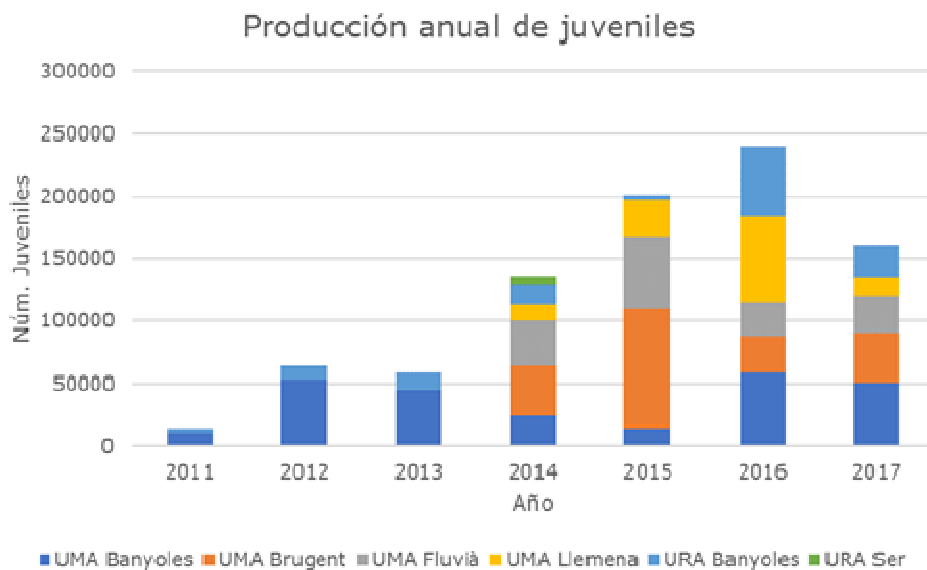


Figura 1. Número total de juveniles de náyade producidos en las instalaciones del laboratorio según la especie, el año y la cuenca fluvial de origen de los parentales o hembras grávidas. Incluye datos del LIFE Estany (2010-2013)

Las mejoras puntuales en las instalaciones y la optimización de la gestión de las infestaciones y la recogida de ejemplares grávidos, así como la curva de aprendizaje en el manejo de las especies permiten el aumento constante de la productividad. Comparando con el proyecto LIFE Estany 2010-2013 (LIFE08NAT/ES/000078) durante el cual se inició la producción de juveniles de náyades, en este proyecto se ha aumentado un 540 % la producción de juveniles pasando de los 136.298 juveniles entre 2011-2013 a los 737.117 entre 2014-17 hasta sumar el total de 873.415 juveniles producidos en el laboratorio desde su creación.

La propuesta inicial era producir un número similar de ejemplares para cada una de las cuencas fluviales o poblaciones (ver tabla 3). Inicialmente se había previsto una infestación de unos 100 peces con gloquidios de cada una de las poblaciones. Los datos obtenidos en los seguimientos de las poblaciones naturales durante el 2014 obligaron a adaptar estos objetivos iniciales en función de los siguientes condicionantes:

- No se han localizado poblaciones de náyades viables para obtener parentales grávidos en el río Ter, ni en la riera de Xuncla y Riudelleques.
- Las poblaciones del río Ser y Llémena tienen una buena distribución y abundancia, especialmente el río Ser.

Especie	Población	Código	Cuenca	SCI
<i>U. manicus</i>	Lago de Banyoles	BNY	Ter	Estany de Banyoles
	Ter	TER	Ter	Riberes del Baix Ter
	Llémena	LLE	Ter	Riu Llémena
	Brugent	BRU	Ter	Riu Brugent
	Xunclà i Riudelleques	XUC	Ter	Rieres de Xuclà i Riudelleques
	Fluvià	FLU	Fluvià	Zona Volcànica Garrotxa Riu Fluvià
<i>U. ravoisieri</i>	Ser	SER	Fluvià	Riu Fluvià
	Lago de Banyoles	BNY	Ter	Estany de Banyoles

Tabla 3. Poblaciones de las dos especies de náyades que se van a considerar como grupos separados para su reproducción en el laboratorio. Se indica también el SCI (Site of Community Important) donde se encuentran estas poblaciones.

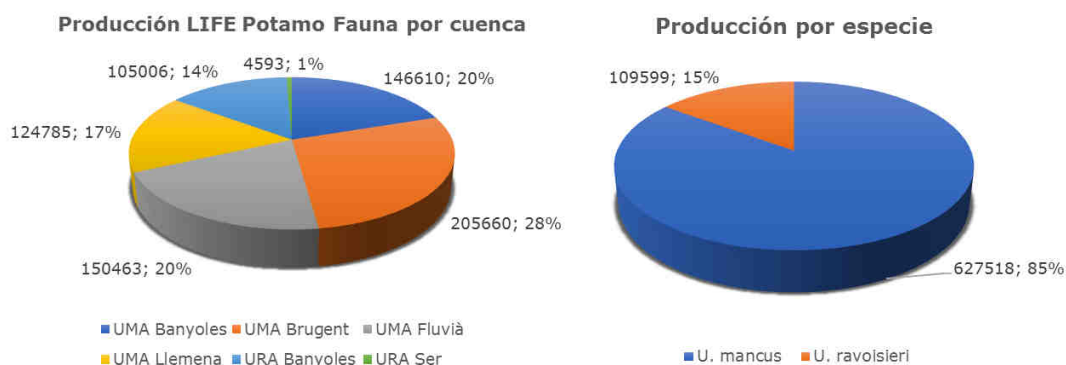


Figura 2. Producción de juveniles totales por cuenca fluvial origen de los parentales, y producción de juveniles para las dos especies *U. manicus* y *u. ravoisieri*.

Bajo estos condicionantes se ha potenciado la producción de ejemplares juveniles del río Brugent y río Fluvià (ver tabla), que albergan las poblaciones más localizadas y reducidas, y se ha mantenido la producción del río Llèmena y Lago de Banyoles para ser utilizados para repoblar el río Ter y Riera d'en Xuncla y Riudelleques. Para el río Ser no se ha creído necesario la cría en cautividad y se ha apostado por las translocaciones, por lo que la producción de *U. ravoisieri* del río Ser solo se realizó en 2014 en bajo número. Sí se ha considerado importante a nivel técnico continuar con la producción de *U. ravoisieri* en el lago de Banyoles. La población del lago sigue siendo muy reducida y compuesta por ejemplares principalmente muy viejos y otros muy jóvenes de reciente repoblación, y con dificultades de reproducción natural.

Especie	Localidad	Número de juveniles engordados				% supervivencia en 2017		
		2014	2015	2016	2017	2014	2015	2016
<i>U. manicus</i>	Banyoles	737	38	278	Sd	3,09	0,35	0,48
<i>U. manicus</i>	Brugent	199	814	14	Sd	0,50	0,85	0,05
<i>U. manicus</i>	Fluvià	127	2437	115	Sd	0,35	4,23	0,42
<i>U. manicus</i>	Llèmena	7	62	308	Sd	0,05	0,21	0,45
<i>U. ravoisieri</i>	Banyoles	326	11	100	Sd	1,90	-	0,18
<i>U. ravoisieri</i>	Ser	6			Sd	0,13	-	-
Total		1402	3362	815	Sd	1,04	1,67	0,34

Tabla 4. Número de juveniles en septiembre de 2017, son los juveniles producidos útiles para ser utilizados para repoblación. El % de supervivencia indica la supervivencia de los juveniles recogidos de las infestaciones (semilla) de 2014, 2015 y 2016, que corresponden a la supervivencia a los 3 años, 2 y 1 respectivamente. No se dispone de datos de 2017 al realizarse las revisiones al cabo de un año de la siembra.

Del total de 737.117 juveniles en forma de semilla producidos se ha conseguido engordar y mantener vivos un total de 5579 hasta otoño de 2017 cuando se han realizado las repoblaciones. De estos 5579, 1402 son juveniles nacidos en 2014 mantenidos y engordados hasta los tres años de edad, 3362 de 2015 y 815 de 2016. Los datos de las siembras de 2017 están pendientes de analizar una vez transcurrido un año de su siembra, aunque la mayoría ya se han utilizado para repoblar el medio natural. Como se puede ver en la tabla resumen, esta producción a final del proyecto define un porcentaje de supervivencia muy bajo situado entre el 0.34 y el 1.67 % dependiendo del año. Aunque se han producido muchas mejoras, la cría en cautividad sigue ofreciendo muchas complicaciones que han requerido cambios en la metodología de producción que van a ser expuestos en detalle en el presente informe.

4.2. PARENTALES DE NÁYADES UTILIZADAS ANUALMENTE

<i>Localidad</i>	2014	2015	2016	2017	Total
<i>U. manicus</i> de Banyoles					
Bassa Hort_Teixidor	8	28	75	68	179
Hort-Teixidor Creu terme		28			28
Rec Major			25		25
Rec St. Miquel Farinera			139		139
Rec Teixidor i Ca n'Hort (Font -1er pont)	20				20
Rec Teixidor i ca n'hort (Sota 1r pont)				23	23
<i>U. manicus</i> Brugent					
Verntallada, Amer	21	63	44	46	174
<i>U. manicus</i> Fluvià					
Besalú		17		16	33
Molí de St, Roc, Olot	41		53		94
<i>U. manicus</i> Llèmena					
Bassa El Molinot	21		12		33
El Molinot, canal sobre bassa			73		73
Canet d'Adri Estació Aforament	25	60	200	59	344
<i>U. ravoisieri</i> Banyoles					
Caseta de Fusta	8	55		27	90
Els Amaradors		14	14		28
La Cuaranya	10		13		23
La Draga	5		16	3	24
<i>U. ravoisieri</i> Ser					
Sota Resclosa Can Illa.	4				4
Total	163	265	664	242	1334

Tabla 5. Número de náyades parentales utilizadas anualmente según la especie y la población o cuenca de origen.

Se han utilizado durante el proyecto 1334 ejemplares de náyade. Se han recogido principalmente mediante captura manual a través de observación directa con gafas de snorkel o con visor utilizando para moverse en el río botas vadeadoras o trajes de neopreno. La mayor parte de ellos han sido ya seleccionados en el mismo río de manera que se han trasladado al laboratorio solo ejemplares grávidos hembra. Con unas pinzas especiales se ha observado el interior de las branquias de las náyades y si se observaban huevos o gloquidios en su interior estas eran trasladadas al laboratorio. En algún otro caso se ha aprovechado algún muestreo de campo donde se han trasladado todas las capturas en el laboratorio para su análisis y toma de datos biométricos y marcaje (casos de las 139 náyades del rec de Sant Miquel en Banyoles y los 200 del Llèmena del 2016). Con una cantidad suficiente de 30-60 ejemplares grávidos de cada población se pueden obtener gloquidios para unas

buenas infestaciones. Los ejemplares se han mantenido en semicautividad en acuario durante un promedio de 20.7 días (min. 2-máx. 47) con cambios diarios de un tercio del agua y control de temperatura. Una vez soltados los gloquidios y realizadas las infestaciones previstas, las náyades han sido devueltas a su lugar de origen para evitar poner en peligro su supervivencia futura.

La selección de las zonas de extracción de parentales se ha realizado en función del número de ejemplares y del número de localidades existentes en la cuenca fluvial. Se ha procurado que la recogida de ejemplares no fuera cada año del mismo sitio, alternando poblaciones en las cuencas donde esto era posible.

En el río Brugent hay una sola población con ejemplares adultos y en número suficiente en la localidad denominada canal de Verntallada, en Amer. Esto quiere decir que todos los juveniles producidos provienen de estos mismos parentales donde la diversidad genética puede ser reducida.

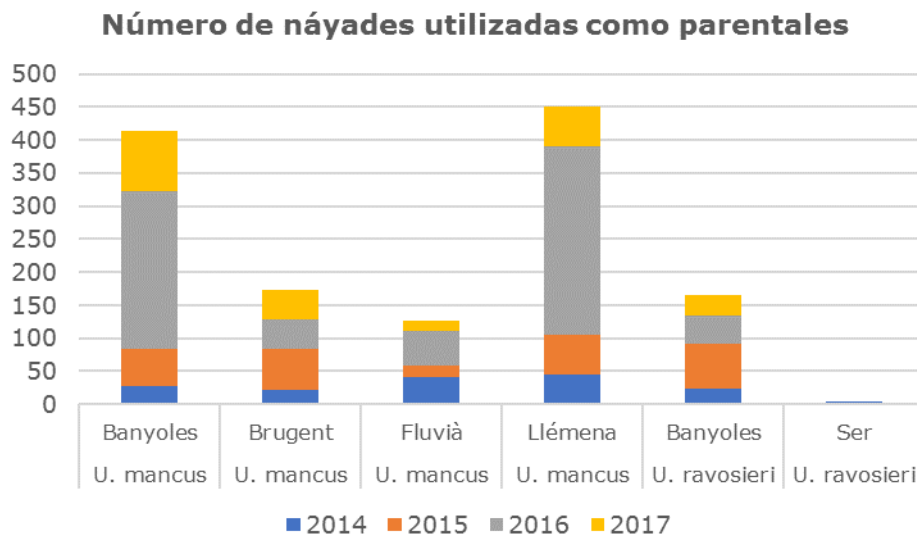


Figura 3. Número de náyades (*U. mancus* y *U. ravoisieri*) adultas parentales grávidas de cada cuenca o población objeto de recuperación utilizadas anualmente.

Para el río Fluvià existen solo dos localidades con número suficiente de ejemplares grávidos, el Molí de Sant Roc en Olot y un Canal en Besalú, las dos separadas por más de 16 kilómetros. En esta cuenca se han ido alternando un año una y en el siguiente la otra para garantizar la diversidad genética. Se da la característica que los ejemplares de náyade del molí de Sant Roc tienen los gloquidios de color blanco, igual que el color de su pie, lo que hemos atribuido al hecho de vivir en oscuridad continua dentro de un canal subterráneo debajo el molino.

En el río Llémena se han escogido dos localidades con una abundancia elevadísima de ejemplares, la zona de la estación de aforamiento en Sant Gregori y la zona del Molinot en la cabecera del río en Sant Esteve de Llémena, separadas también por 10 Km.

En el lago de Banyoles se han utilizado los *U. mancus* presentes en unos tramos de las acequias de salida del lago, el Rec Major, rec de Ca n'Hort y rec de Can Teixidor, localidades bastantes cercanas entre ellas, pero con muchos ejemplares. Por lo que refiere a *U. ravoisieri* se han seleccionado alternativamente diferentes localidades donde ya previamente se habían concentrado los pocos ejemplares adultos del lago de Banyoles en La Draga, La Cuaranya, Banys Vells, Amaradors, y Caseta de fusta.

4.3. PECES UTILIZADOS EN LA CRÍA EN CAUTIVIDAD

Se han utilizado 3219 peces en el laboratorio de cría de náyades, principalmente barbo de montaña (*Barbus meridionalis*), aunque también algunos barbos del Ebro (*Luciobarbus graellsii*). Estas dos especies han sido las que han dado mejores resultados como pez huésped, y han mostrado mejor adaptación a la cautividad. El cálculo previo era usar más o menos 100-150 peces infestados para cada cuenca (8 cuencas), y el número usado ha sido parecido al previsto.

Año	Peces usados	<i>Barbus meridionalis</i>	<i>Luciobarbus graellsii</i>
2014	799	767	32
2015	988	944	44
2016	929	923	6
2017	503	459	44
TOTAL	3219	3093	126

Tabla 6. Número de peces utilizados anualmente en el laboratorio de náyades separando especies como el barbo de montaña y el barbo del Ebro.

Los peces han sido capturados con pesca eléctrica en el medio natural a partir del mes de febrero o marzo de cada año, para su aclimatación al laboratorio antes del proceso de infestación con gloquidios. Su procedencia ha sido principalmente el río Terri, el río donde desembocan las aguas del lago de Banyoles, afluente del río Ter, por la facilidad de acceso y su abundancia. La retirada de ejemplares del río se ha hecho siempre cumpliendo con criterios técnicos y evitando en todo momento dañar a la población original del río. Se han utilizado también peces de otros afluentes y cuencas fluviales (Fluvià, Ter, Llémena,...). No se han mezclado peces de las cuencas del Ter y del Fluvià. Una vez utilizados se han liberado todos los

peces de la cuenca del río Ter (subcuencas Brugent, Llàmena, Terri) en las acequias del lago de Banyoles, y los pescados en el río Fluvià o Ser se han soltado en el mismo río Fluvià. No se han mantenido peces en cautividad en invierno, y tampoco se han reutilizado los peces para nuevas infestaciones porque las pruebas realizadas con algunos ejemplares han confirmado una cierta resistencia o inmunidad a nuevas infestaciones en peces ya utilizados.

Cuenca de origen de *Barbus meridionalis*

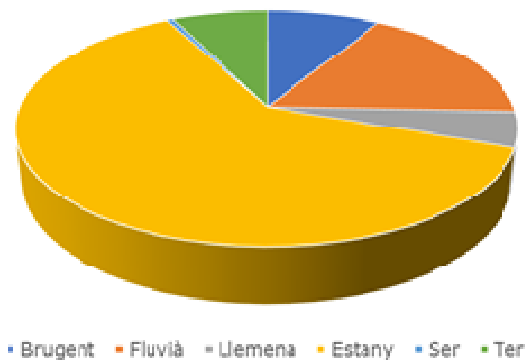


Figura 4. Cuenca de origen de los peces utilizados en el laboratorio de cría de náyades. Los del río Terri se incluyen en el Estany.

El mantenimiento de peces en cautividad ha sido un enorme reto. Las dificultades surgidas durante la manipulación de los peces en el laboratorio de cría han originado numerosas bajas. Mayormente los peces han sufrido enfermedades infecciosas por hongos (punto blanco- *Ichthyophthirius multifiliis*- según informe del Laboratorio de Ictiopatología de la Facultad de Veterinaria de Zaragoza), hemorragias branquiales y presencia de crustáceos parásitos (*Argulus* sp. y gusano de ancla *Lernaea* sp.). Tenemos que considerar que los peces proceden de ríos con una calidad del agua variable, y en algunos casos con episodios de contaminación recurrentes por aguas residuales, por lo que pueden presentar un estado inmunológico deficiente al entrar al laboratorio. La mayor mortalidad aparece en los meses de mayo a julio, cuando la temperatura del agua supera los 20 grados y los peces se encuentran en época reproductora, lo que les sitúa en un alto grado de estrés fisiológico. Algunas mortalidades también se han derivado de errores humanos en la manipulación, como la pérdida de agua en renovaciones en tanques, saltos fuera de los recipientes o insuficiente renovación de agua después de desinfectar con compuestos clorados (lejía). Durante los cuatro años de proyecto han sido múltiples los esfuerzos realizados para disminuir esta mortalidad que ha alcanzado en algunos momentos el 50%. Se han implementado tratamientos

preventivos con verde de malaquita, desinfecciones de material con cloro, aumento de la renovación y limpieza del agua de los tanques para peces, cambios en el movimiento del agua, disminución de la densidad de peces en cada recipiente (1 pez por cada 10-15 litros de agua), cambios en la alimentación, etc.

4.4. CONOCIMIENTOS ADQUIRIDOS: FENOLOGÍA, ESTACIONALIDAD, PRODUCTIVIDAD, PECES HUÉSPED Y DIVERSIFICACIÓN DE ESTRATEGIAS DE CRÍA

4.4.1.- Fenología de maduración de los gloquidios

La duración de la estancia de los gloquidios en las branquias del pez viene determinada por la época del año y la temperatura del agua. En algunos trabajos se utilizan los grados día para determinar este proceso, multiplicando la temperatura por los días transcurridos desde la infestación hasta la caída del juvenil. Nuestra experiencia ha determinado que el cálculo de estos grados día no es suficientemente ajustado, seguramente por múltiples aspectos que provocan interferencias, como la fiabilidad del termómetro, las variaciones diarias de temperatura, la alteración de las renovaciones del agua periódicas en los tanques de peces infestados, etc.

El conocimiento de esta duración de la maduración o metamorfosis del gloquidio es vital para la gestión de la producción, para poder establecer en cada momento cual va a ser el primer día de caída de juveniles y cuando se va a producir el pico de la caída. Esto determina cuando proceder al cambio de los peces infestados de los acuarios de maduración, hacia los depósitos cilíndricos de recogida de gloquidios. También permite establecer la duración de las infestaciones y optimizar el uso de los acuarios y depósitos cilíndricos, calculando cuando van a quedar libres unos u otros depósitos, cuando se va a poder efectuar una nueva infestación cuando el sistema está a pleno rendimiento o simplemente mejorar la planificación de tareas a efectuar en días festivos o cuando hay poco personal disponible.

Aunque las infestaciones no se pueden planificar, y se producen en función de la disponibilidad de gloquidios, durante los cuatro años del proyecto se ha conseguido realizar varias infestaciones en cada uno de los meses de marzo a julio en *U. mancus* y de mayo a junio en *U. ravoisieri*. Agrupando estos datos en periodos de 10 o 15 días más o menos homogéneos se ha establecido un gráfico potencial de caída de los juveniles del pez huésped. Esto nos permite establecer una fecha de

inicio y máximo de caída en función de los días transcurridos des de la infestación o día 0. Esta fecha de caída luego se ajusta entre un día o dos arriba o abajo en función de la temperatura.

Tal como se observa en los gráficos de caída para *U. mancus*, en las infestaciones de marzo y abril tardan más en madurar y caer los juveniles, son entre los 18 y 23 días después de la infestación con máximos a los 22 y 25 días y el final de la infestación se sitúa alrededor de los 31 días. Entre mediados de abril y mayo se produce el aumento importante de temperatura de invierno a primavera, y aquí la horquilla de días de caída se ensancha entre los 8 y los 18 días para la primera caída. Durante junio y julio progresivamente va reduciéndose el tiempo de maduración hasta un mínimo de 5 días en las infestaciones de julio para la primera caída y pico a los 7 u 8 días. A medida que aumenta la temperatura del agua y se avanza en el calendario, se reduce el tiempo de maduración del gloquidio. También se estrecha el periodo de caída, siendo más corto en julio y mas largo en abril.

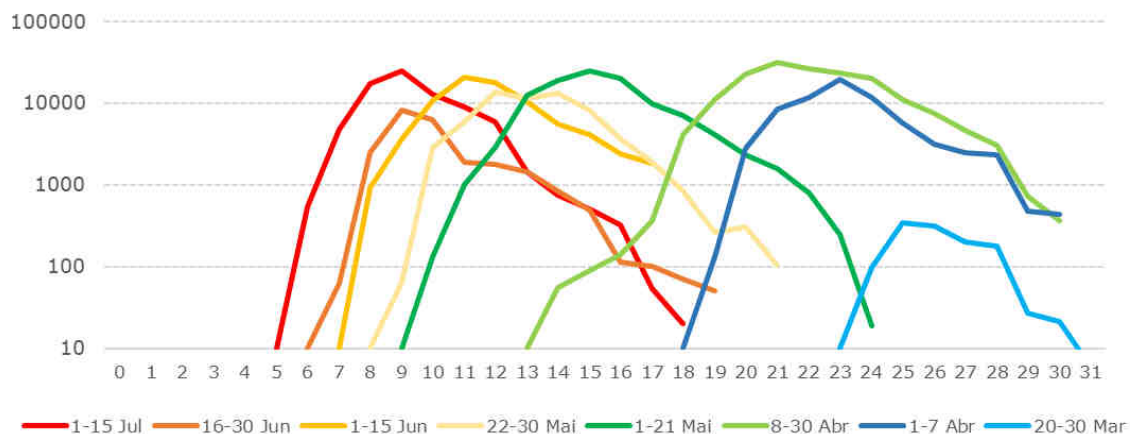


Figura 5. Fenología de caída de los juveniles de *U. mancus* en función de la fecha de infestación. El eje horizontal corresponde al número de días después de la infestación (producida en día 0) y en el vertical es el número de juveniles recogidos en formato logarítmico.

Algunos autores han sugerido que una duración más larga de la maduración en los peces huésped origina juveniles de mejor calidad y con mayor contenido en lípidos. Aunque se han hecho algunas pruebas al respecto no se ha concretado ninguna teoría. Si que se han realizado pruebas para determinar la mayor o menor supervivencia de juveniles comparando los que caen antes, los que caen en el pico y los que caen posteriormente. En este caso sí que parecería que los juveniles recogidos durante el pico de caída son de mejor calidad y posteriormente pueden tener mayor supervivencia. No se sabe hasta qué punto estos aspectos pueden

afectar a la posterior supervivencia de los juveniles, y hasta qué punto pueden explicar algunos de los resultados tan irregulares obtenidos en cuando a supervivencia y crecimiento.

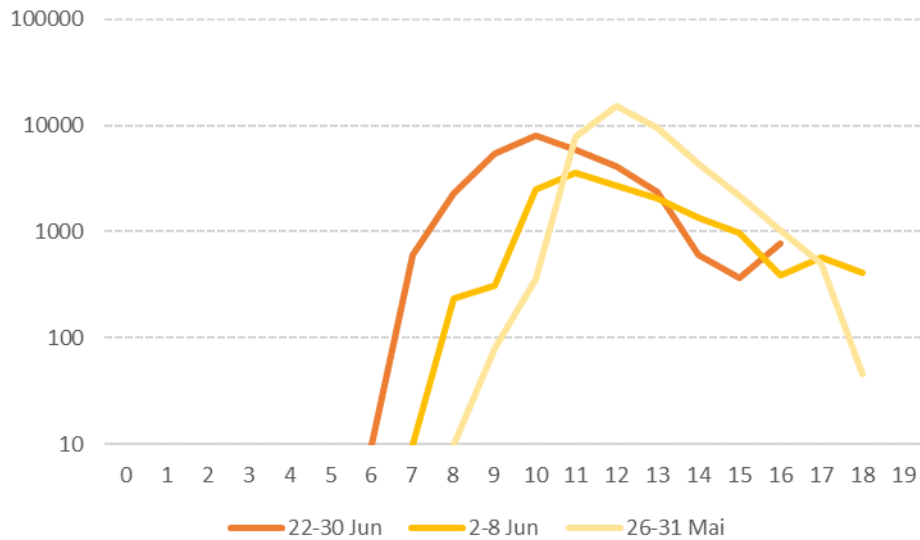


Figura 6. Fenología de caída de los juveniles de *U. ravoisieri* del Lago de Banyoles en función de la fecha de infestación. El eje horizontal corresponde al número de días después de la infestación (producida en día 0) y en el vertical es el número de juveniles recogidos en formato logarítmico.

Algunos análisis de los datos de infestaciones han permitido establecer una fórmula para calcular el día de máxima caída de juveniles (Barreiros, 2016). Se analizaron distintas variables en relación a las infestaciones para determinar qué variables se relacionan significativamente con la fecha de máxima caída. Se encontró una significación entre la fecha o quincena de inicio cuando se ha producido la infestación y el calendario o época del año. A partir de aquí se ha creado un modelo de regresión múltiple tomando como variable dependiente "NºDíaT2". El objetivo de este modelo será generar una ecuación que permita predecir el momento de máxima caída en cualquier infestación.



Figura 7. Ecuación generada para predecir el día de máxima caída de juveniles (N.º Días M2) a partir de la temperatura (Tª media) y la fecha del calendario.

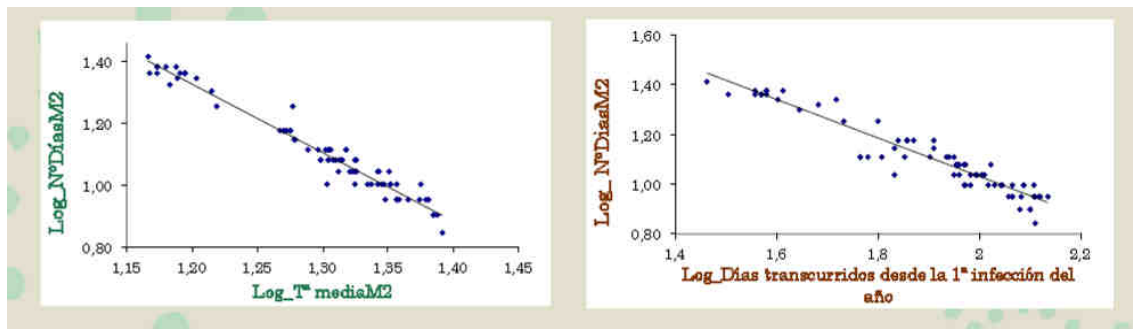


Figura 8. Izquierda: Representación gráfica de la tendencia esperada del paso del tiempo respecto a la temperatura del agua, durante el periodo de tiempo que va desde el inicio de la infestación hasta que el mayor número de individuos alcanzan el final de la metamorfosis. Los puntos son los valores observados y la línea representa la trayectoria predicha por ajuste del modelo lineal. Derecha: Representación de la tendencia esperada de "NºDiasM2" frente a la variable "calendario". Los puntos son los valores observados y la línea representa la trayectoria predicha por ajuste del modelo lineal.

El análisis también de algunas de las infestaciones del año 2016 obtuvo algunas conclusiones interesantes. Las primeras infestaciones realizadas a primeros de abril fueron las que obtuvieron mayor número de juveniles producidos, a su vez que cuando los peces presentan mejor estado de salud y necesitan menos tratamientos de desinfección producen también mayor número de juveniles (Barreiros, 2016). Una posible explicación a estos datos podría ser que en abril los peces están mejor aclimatados, el agua está más fría y hay menos estrés fisiológico en los peces, obteniéndose en estas circunstancias mejor producción de juveniles. Las infestaciones con mejor calidad observada en los peces, estado general del proceso, etc. son los que también de promedio consiguen mayor cantidad de juveniles metamorfoseados.

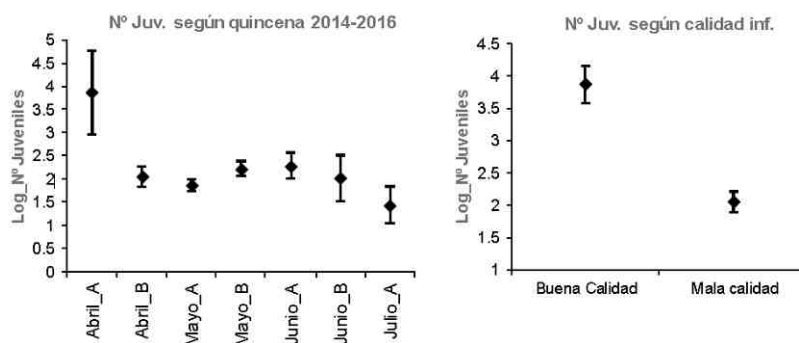


Figura 9. Izquierda: Representación del promedio de juveniles obtenidos respecto a cada quincena y su error típico ("A" indica primera quincena y "B" segunda quincena del respectivo mes). Derecha: Representación del promedio de juveniles obtenidos respecto a la calidad observada durante los procesos de infestación.

4.4.2.- Productividad: Número de juveniles por pez

La productividad media de juveniles por número de peces huésped es variable en función de las infestaciones y del tamaño del pez. No es fácil ajustar el número de juveniles a un número deseado. La sobre-infestación de las branquias de un pez huésped puede provocar problemas de respiración al ocupar y afectar a las branquias, especialmente en verano, cuando hay menos oxígeno en el agua más caliente. También, puede perjudicar gravemente la supervivencia del pez una vez se desprende de los gloquidios en forma de juveniles. Las heridas causadas en las branquias por el desprendimiento de los juveniles, pueden infectarse y ser un punto de entrada de agentes infecciosos afectando negativamente a la supervivencia de los peces huésped. Por estos motivos se ha intentado no sobre-infestar, dosificando las infestaciones en lotes de 1000 o 1500 gloquidios por cada tres peces. Aún así en algunos casos se han reaprovechado gloquidios y el número de gloquidios utilizados ha sido mayor. El tiempo de exposición de los peces a los gloquidios también determina el grado de infestación. De 3 a 5 minutos es el tiempo de utilizado de exposición de los peces a los gloquidios para su parasitación.

Una prueba realizada ha permitido comprobar que los gloquidios mantienen aún actividad elevada a las 48 horas, e incluso a las 72h hay gloquidios activos. Algunas infestaciones se han realizado con gloquidios frescos del mismo día, pero en algunas ocasiones se han utilizado gloquidios de dos o tres días, a veces mezclando gloquidios frescos con otros de dos o tres días. Esto ha sucedido en casos como cuando los gloquidios han sido emitidos en fin de semana o festivo, y la infestación se realiza el lunes siguiente, o si el sistema de acuarios y tanques está colapsado de peces o completo, y hay que dejar días de reposo para gestionar los lotes o infestaciones.

El promedio de juveniles por barbo de montaña (*B. meridionalis*) se sitúa alrededor de los 300 juveniles por pez en *U. mancus* y *U. ravoisieri*. Para Barbo del Ebro (*B. graellsii*) es ligeramente mayor casi 450 juveniles/pez debido a que normalmente su tamaño es mayor que el del barbo de montaña. Cuanto mayor es el tamaño del pez mayor cantidad de gloquidios puede albergar en sus branquias, pero también se sabe que peces de mayor tamaño son más sensibles al estrés en cautividad. Por este motivo y buscando una buena producción, y siempre asegurando el bienestar de los peces, normalmente se trabaja con peces de tamaño mediano entre 6 y 15 cm. Se ha conseguido una producción récord de 1730 juveniles por pez de promedio en una infestación con 16 barbos de montaña (UMAFLU36 de 5/7/2015),

lo que indica que la capacidad de albergar gloquidios es potencialmente muy superior a la que se trabaja.

Náyade	Especie	Núm. Peces	Promedio juveniles/pez	Máx.	Mín.	Desvest
UMA	<i>Accipenser baerii</i>	5	0	0	0	0
UMA	<i>Barbatula barbatula</i>	6	0	0	0	0
UMA	<i>Gobio gobio</i>	2	0	0	0	0
UMA	<i>Squalius laietanus</i>	1	51	51	51	0
UMA	<i>Barbus meridionalis</i>	1730	301,35	1730,50	12,80	254,81
UMA	<i>Barbus graellsii</i>	75	438,95	704,06	255,71	163,59
UMA	Total UMA	1819	304,53	1730,50	0,00	252,04
URA	<i>Barbus meridionalis</i>	324	277,18	839,19	40,40	201,74
	Total	2143	294,14	1730,50	0,00	244,54

Tabla 7. Resumen del promedio del número de juveniles producidos por pez infestado según la especie de náyade (UMA: U. mancus y URA: U. ravoisieri) y de pez infestado.

Durante este proyecto se han probado otros peces exóticos como pez huésped. Han sido el esturión (*Accipenser baerii*), el lobo de río (*B. barbatula*) y el gobio (*G. gobio*) todos ellos pescados en el río Ter o Fluvità durante las pescas de seguimiento realizadas en el proyecto LIFE Potamo Fauna. Ninguno de ellos ha dado resultado positivo.

4.4.3.- Inmunización de peces huésped

Durante el proyecto se han realizado algunas pruebas de reinfestación de peces ya utilizados en el laboratorio. Una vez finalizada una infestación, los peces son alojados en tanques o acuarios donde primero se realiza una desinfección y posteriormente se inicia un periodo de recuperación y alimentación. Lo normal es que al cabo de unos pocos días de recuperación estos peces se suelten al medio natural, pero en algunos casos una vez recuperados a los quince días se han reutilizado. Lo bueno de este sistema es que los peces utilizados ya están aclimatados a la cautividad y acostumbrados a la alimentación y manejo del laboratorio de cría.

Se han realizado dos infestaciones con peces huésped reutilizados o peces out, una el 24 de mayo de 2017 (UMABNY20) y otra el 2 de junio de 2016 (URABNY18). Los dos se realizaron con 7 y 4 peces de la especie Barbo del Ebro (*Luciobarbus graellsii*). Estas infestaciones no fueron satisfactorias, y se obtuvieron únicamente 57 y 52 juveniles viables con una producción muy baja de 8.14 y 13 juveniles/pez.

De estos resultados se concluye que no es viable la utilización de peces ya infestados ya que la producción de juveniles es muy reducida por la inmunización de los peces. Esta inmunización a los gloquidios se puede deber a cambios metabólicos de los peces o por una mayor debilidad de los peces, provocando una menor fijación de gloquidios o una mayor cantidad de rechazos o abortos (cuando el gloquidios caen de las branquias sin madurar, o sea, muertos).

4.4.4.- Capacidad física de las náyades

En el inicio del proyecto se consideraba que las náyades tenían una capacidad reducida de movimiento, limitada a pequeños recorridos en el sedimento. La experiencia en laboratorio y en el seguimiento en el medio natural ha permitido comprobar in situ la gran capacidad trepadora de las náyades. No solo son capaces de moverse desde el lecho del río hasta los taludes laterales, sino que se han observado trepando por paredes verticales debajo de puentes e incluso trepar entre raíces.

Esto ha supuesto algunos contratiempos en la cría en cautividad especialmente cuando se sembraban en cajas con sedimento dentro de un mismo canal o piscina. Se ha comprobado que las náyades salían de las cajas y se podían mezclar y mover de un canal a otro si no se disponía de una barrera física importante (mallas, etc.). Incluso han salido de algún canal por el desagüe vertical, y han sido detectadas en los pozos de seguridad situados en las zonas de recogidas de aguas del laboratorio. Incluso en el laboratorio las náyades se han observado subiendo verticalmente por las paredes verticales de los acuarios.



Figura 10. Náyade subiendo por la pared de un acuario en vertical utilizando el pie musculado.

4.4.5.- Estrategia de cría – Protocolo de cría

A partir de los conocimientos aprendidos en la cría de náyades, los problemas surgidos y la información adquirida a través de la bibliografía o el networking se

han establecido distintas estrategias de cría de náyades e incluso de engorde que son resumidas en el siguiente diagrama.

FASE 1. OBTENCIÓN DE GLOQUIDIOS



FASE 2. RECOLECCIÓN DE JUVENILES DE INFESTACIONES EN EL LABORATORIO



4.5. SEGUIMIENTO AMBIENTAL LABORATORIO VERSUS MEDIO NATURAL

Hemos visto la importancia de la temperatura en la duración de la infestación, también en el aumento de estrés fisiológico de los peces y la aparición de infecciones de hongos, y sabemos que, a su vez, puede afectar al crecimiento de los juveniles.

Se han colocado algunos sensores de temperatura en profundidad sumergidos en agua. Se han situado en una cápsula de cobre estanca fijadas a un muerto depositado encima del sedimento quedando a unos 10-15 cm. de la superficie del sedimento. Las localidades donde han sido situados son:

- **Bou.** Localidad en el norte del lago de Banyoles, justo en el cap de Bou a una profundidad entre 1 y 1,5 metros.
- **Ama.** Localidad en el norte del lago de Banyoles, zona dels Amaradors a una profundidad de 1,5 -2 metros.
- **Rec.** Localidad en una acequia de salida del lago, con agua del mismo, situada debajo un puente dentro la ciudad de Banyoles a 0.5 m de profundidad en el rec d'en Teixidor.
- **Pis01.** Localidad en el laboratorio de náyades de l'Estany de Banyoles, en una piscina exterior de 1,5 metros de profundidad con agua del mismo lago bombeada.

Las temperaturas en el lago de Banyoles (Bou y Ama) son las más elevadas de todas llegando a los 28 grados de promedio máximo en el año 2015. Se sitúan más o menos entre 2 y 4 grados sobre la temperatura ambiental, durante todo el año. En relación a la temperatura del lago, la acequia (Rec) y el laboratorio (Pis01) tienen temperaturas ligeramente inferiores. En 2017 el intenso calor y su duración provocó que en verano tuviesen la misma temperatura máxima casi todas las localidades. Se podría decir que las piscinas exteriores del laboratorio permiten suavizar un grado la temperatura en verano, aunque en invierno también son un poco más frías.

Comparativamente el año 2015 es el de máximos más elevados en verano que podrían afectar a la supervivencia de los juveniles recién sembrados en canales en el laboratorio donde se llega a los 28 grados.

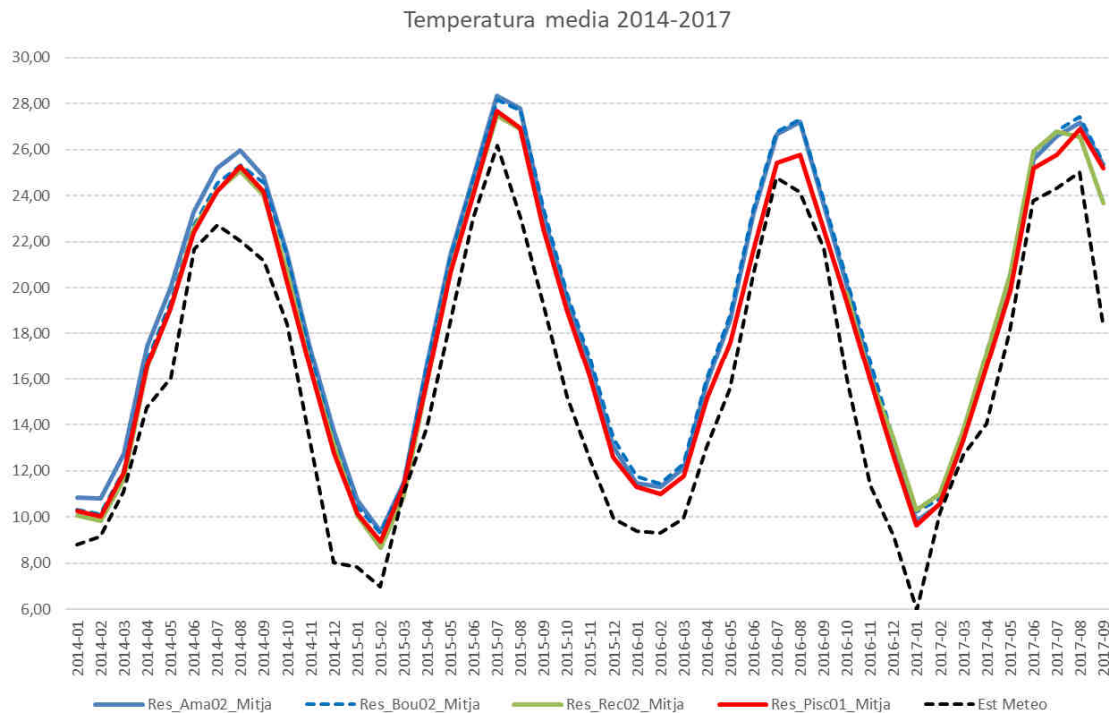


Figura 11. Temperatura media anual del agua a nivel del sedimento entre 2014 y 2017 en 2 localidades del lago de Banyoles, una acequia, una piscina exterior del laboratorio y la temperatura ambiente de la estación meteorológica oficial de Banyoles (G. Estragués datos personales).

Es también importante ver la evolución de la temperatura en primavera durante el periodo de infestaciones. Años más fríos en primavera afectan a la duración del periodo de infestación en laboratorio. También una primavera más cálida puede avanzar la producción de gloquidios o provocar que en julio ya no se liberen gloquidios si hace mucho calor. En este sentido el año 2014 empezó mas caluroso en abril y fue de los menos calurosos en junio. En cambio, en 2015 marzo fue muy frio y luego en junio muy calurosos. El incremento brusco de temperatura en primavera de 2015 dificultó el calculo de la duración de las infestaciones, al igual que el paso de mayo a junio en 2017, con un mes de junio muy caluroso. Probablemente la mejor temperatura para producir juveniles fue la del año 2016 que coincide con la de mayor producción de juveniles.

Temperatura media en primavera

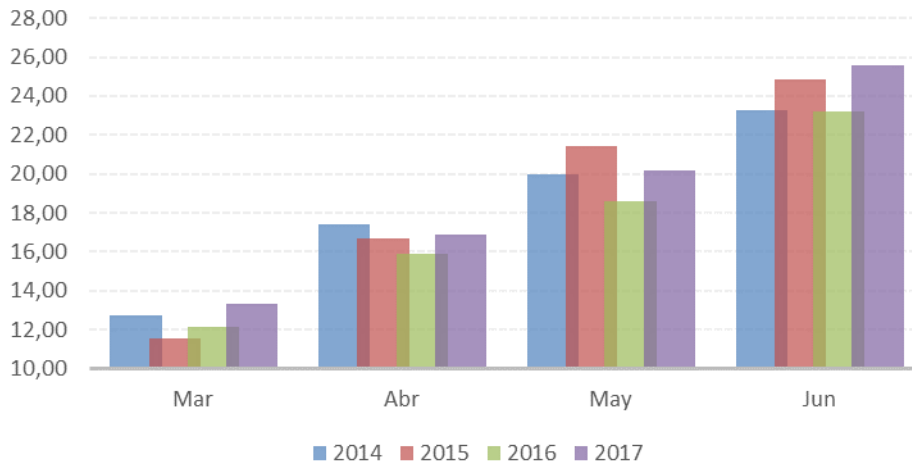


Figura 12. Temperatura media anual del agua a nivel del sedimento separada por año durante los meses de marzo, abril, mayo y junio de duración de las infestaciones. Datos del lago de Banyoles.

4.6. PRODUCCIÓN IN VITRO

Se ha desarrollado un método de cultivo in vitro para la cría en cautividad de *Unio mancus*, el cual permite a los gloquidios experimentar la metamorfosis sin la necesidad de infestar un pez huésped. La necesidad de reducir la mortalidad de peces en el laboratorio hizo apostar por estudiar esta alternativa a la producción de juveniles.

Este método consiste en cultivar los gloquidios en una incubadora bajo unas condiciones de temperatura y CO2 determinadas en un medio de cultivo formado por un medio M199, suero de carpa o conejo y una mezcla de antibióticos y un antimicótico. Las primeras pruebas se realizaron en 2015 con el objetivo de poner en práctica una metodología a partir de bibliografía existente. Hasta ahora, se han conseguido metamorfosear in vitro un total de 42 especies diferentes de mejillones de agua dulce, pero a la especie *Unio mancus* no se le había aplicado nunca esta técnica (Lima et al., 2012). La mayoría de estos esfuerzos se han realizado gracias a la dedicación de estudiantes de la universidad de Girona en el marco de su trabajo de final de Grado. El laboratorio no disponía del presupuesto, y tampoco era prioritario en este proyecto, para desarrollar una infraestructura técnica adecuada, especialmente para garantizar las condiciones estériles (campana de gases, autoclave para esterilizar) o un equipamiento de elevada calidad (incubadora).

Estas consideraciones son importantes porque uno de los principales problemas que tiene el cultivo in vitro es la contaminación por bacterias y hongos que sufre el medio de cultivo (Owen et al., 2010). Con gran dosis de ingenio se adecuaron o reutilizaron utensilios de bajo coste funcionales que han permitido un desarrollo muy aceptable de la metodología. Importante destacar que los resultados obtenidos lo han sido con una infraestructura utilizada muy modesta.

En 2016 se realizaron los primeros experimentos con éxito destacable consiguiendo la formación de juveniles viables a través de este sistema. En 2017 los resultados no fueron los esperados. Se expone aquí un resumen de los principales resultados obtenidos en el cultivo in vitro (Bagaria, 2016)

Metodología y resultados

Los objetivos se centraron en utilizar dos tipos de suero -carpa o conejo- y ver cuál era mejor para el medio de cultivo, y también si un tratamiento previo de los gloquidios con verde de malaquita tenía efectos en el éxito de metamorfosis o la reducción de la contaminación fúngica del cultivo. Previamente, se quería determinar la dosis de verde de malaquita que se aplicaría al tratamiento, así como las condiciones idóneas de pH, CO₂ y temperatura para el cultivo.

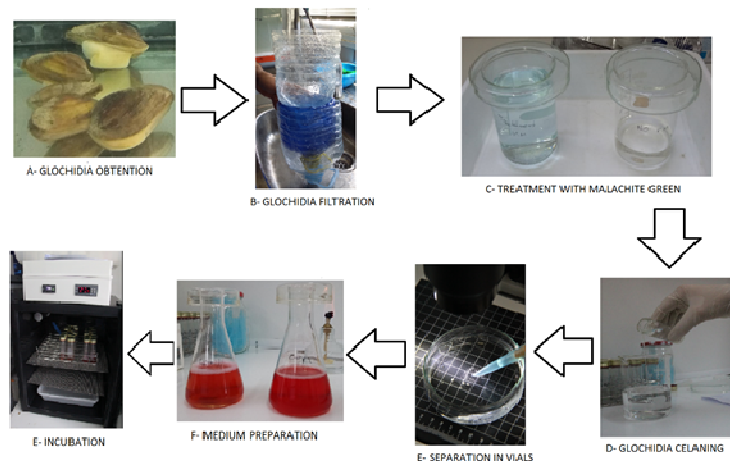


Figura 13. Proceso de cultivo in vitro con las diferentes fases del proceso.

Se hizo un seguimiento de los gloquidios y, una vez experimentaron la metamorfosis a juveniles, se calculó su éxito de metamorfosis. Con los resultados obtenidos una vez hecho el cultivo, se ha determinado que el mejor tipo de suero para el cultivo in vitro es el de carpa, ya que permite un mayor éxito de metamorfosis de los gloquidios durante el cultivo, además de presentar una menor

contaminación fúngica que el suero de conejo. También se ha demostrado que el tratamiento con verde de malaquita no tiene efecto sobre el éxito de metamorfosis de los gloquidios o la contaminación del medio de cultivo. Finalmente, cabe destacar que es la primera vez que se consiguen juveniles de la especie *Unio mancus* utilizando el método de cultivo in vitro.

Resumiendo la metodología:

- Recogida y limpieza de gloquidios (Medio MEM)
- Preparación medio M199 + antibióticos y antimicóticos + serum de conejo o carpa
- Estufa incubadora a 23 grados 10 días en atmosfera saturada de CO₂

Este proceso realizado en el laboratorio ha permitido hacer un seguimiento de la metamorfosis del gloquidios hasta la formación del manto, las branquias, los cilios y el pie.

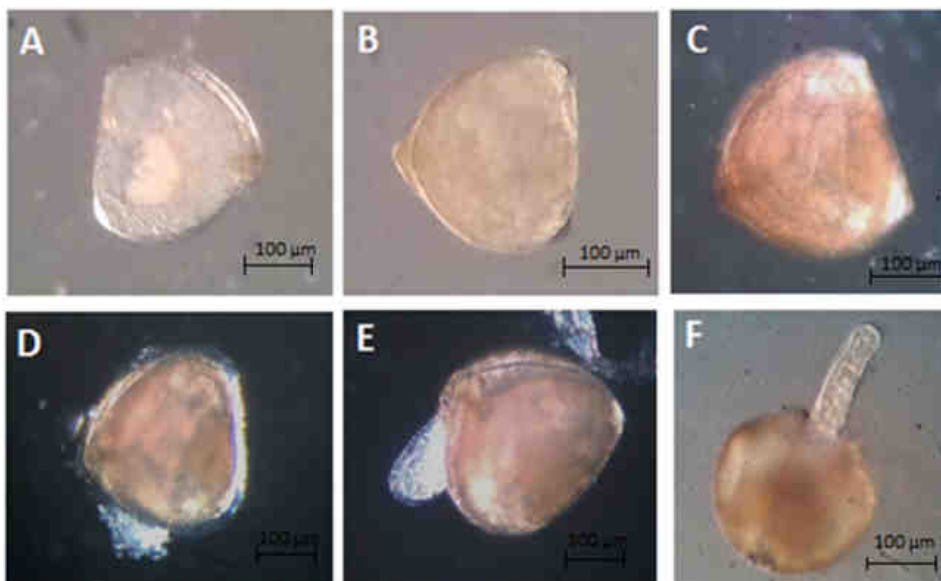


Figura 14. Observación al microscopio óptico a 50 aumentos del proceso de metamorfosis de los gloquidios a juveniles durante diferentes días del cultivo in vitro: A (día 0, gloquidios), B (día 8), C (día 10), D (día 12), E (día 13) y F (día del conteo, juvenil).

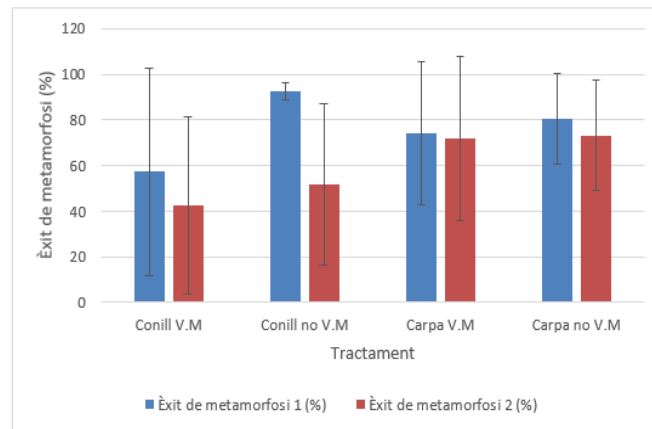


Figura 15. Éxito de la metamorfosis 1 y la 2 en porcentaje de los distintos tratamientos del cultivo in vitro utilizados.

En 2016 se obtuvieron 3334 juveniles metamorfoseados. De estos individuos se consiguió que al menos 21 individuos estuvieran vivos en un sistema de engorde en canales alimentados con algas a los 125 días (0,63% supervivencia) con una longitud de 1,3-2,5 mm de longitud demostrando su total viabilidad.

Año	Número de gloquidios	Juveniles activos metamorfoseados	% éxito
2015		1	
2016	5347	3334	62.35
2017	67200	0	0

Tabla 8. Número de gloquidios utilizados en experimentos de producción in vitro y número de juveniles producidos por este sistema.

Conclusiones de los trabajos in vitro

Se ha demostrado que el método in vitro para cultivar gloquidios de *Unio mancus* es eficaz, ya que los gloquidios han podido experimentar su metamorfosis en juveniles y su éxito de metamorfosis fue relativamente alto. Se puede afirmar que los gloquidios de *Unio mancus* sufren su metamorfosis en juveniles en 13 días a 22,5 °C.

Como catalizador de la metamorfosis el suero de carpa es mejor para el medio de cultivo que el suero de conejo, porque las muestras cultivadas con suero de carpa tuvieron un mayor éxito de metamorfosis en los juveniles, y el medio estaba menos contaminado.

Una limpieza previa de gloquidios con malaquita verde no tiene ningún efecto sobre el éxito de la metamorfosis y tampoco previene la contaminación por hongos en el medio de cultivo. Durante el cultivo, han aparecido hongos. La limpieza de dicha contaminación provoca una pérdida de individuos en el medio de cultivo, lo que afecta el éxito de la metamorfosis. Aun así, esta contaminación ha sido controlada, porque la mezcla de antibióticos y antifúngicos, el cambio del medio y la eliminación diaria del hongo permiten controlar esta contaminación.

4.7. MEJORAS EN INSTALACIONES Y SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

Uno de los objetivos del presente proyecto también es la detección de problemas y contratiempos, y su solución a través de la mejora de las instalaciones y los procedimientos de producción. Estos conocimientos adquiridos son perfectamente exportables a otros proyectos de cría en cautividad de Unionidos en la Unión europea y son uno también de los resultados del presente proyecto. Al inicio del proyecto se realizaron unas mejoras en las instalaciones para poder desarrollar el proyecto y durante el mismo se han ido corrigiendo y mejorando otras.



Figura 16. Imagen general del laboratorio, con la ampliación de canales en el lado izquierdo.



Figura 17. Los nuevos 16 canales para la siembra y crecimiento de náyades, 3 de los nuevos 6 cilindrocónicos para la recogida de juveniles y 8 tanques acuario de los 27 adquiridos.

Durante los dos primeros trimestres del primer año se finalizaron las obras de mejora de las infraestructuras del laboratorio para poder producir más juveniles y acoger un mayor número de juveniles en crecimiento en canales. Se adquirieron 27 acuarios-tanque de 70 litros para el mantenimiento de peces infectados, 6 nuevos cilindrocónicos de 300 litros para la recogida de juveniles de los peces infectados, y se construyó un sistema de 16 canales donde los juveniles de las diferentes poblaciones de náyades separados por cada año de producción han crecido. También se realizaron mejoras puntuales en el sistema de control ambiental, aireación, circulación de agua, control de contaminación del entorno, en el sistema de infección y mantenimiento de peces y en la recogida de juveniles.



Figura 18. Nuevo sistema de siembra de juveniles en tamices.



Figura 19. Nuevo sistema de siembra de juveniles en canales y tamices. Canal incubador con diferentes sedimentos.

Durante el invierno de 2015 y primavera del 2016 y aprovechando el impulso catalizador del LIFE Potamo Fauna y los buenos resultados en el laboratorio de cría, el CES inició una ampliación del laboratorio para dedicar mayor espacio a las acciones del LIFE. Se han instalado tres módulos prefabricados, se han redistribuido los actuales tanques y se han instalado nuevos depósitos tipo canal de fibra de vidrio (estos adquiridos con el LIFE).

5.- EL ENGORDE DE LA SEMILLA PRODUCIDA EN EL LABORATORIO DE NÁYADES DEL LAGO DE BANYOLES

Se considera semilla al ejemplar de náyade recogido recién caído de las branquias del pez huésped, una vez finalizada la maduración de gloquidio a juvenil. Esta semilla recogida en el laboratorio, una vez contabilizada se distribuye en diferentes sistemas de engorde para su crecimiento, previamente a su liberación. Se han utilizado diferentes sistemas de siembra de la semilla con diferentes resultados de supervivencia y crecimiento que se describen a continuación.

5.1. PRODUCCIÓN DE JUVENILES PARA LA REPOBLACIÓN

La cría de náyades pretende obtener individuos juveniles de tamaño grande para su suelta en la naturaleza para reforzar las poblaciones de náyades. El principal reto en su producción no es la producción de semilla que es una fase completamente conseguida, resuelta y optimizada, sino conseguir su supervivencia y crecimiento hasta los 2-4 cm. de longitud. Esta fase ha resultado muy difícil de superar consiguiendo unos resultados de supervivencia muy variables y bajos.

Especie	Localidad	Estoc LIFE Estany			LIFE Potamo Fauna				% supervivencia en 2017		
		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2011-16	2014	2015	2016
UMA/URA	BNY		671			11		682			
UMA	BNY	52	131	209	737	38	278	1445	3,09	0,35	0,48
UMA	BRU				199	814	14	1027	0,50	0,85	0,05
UMA	FLU				127	2437	115	2679	0,35	4,23	0,42
UMA	LLE				7	62	308	377	0,05	0,21	0,45
URA	BNY	25	94	27	326		100	572	1,90		0,18
URA	SER				6			6	0,13		
Total		77	896	236	1402	3362	815	6788	1,04	1,67	0,34

Tabla 9. Número de juveniles en septiembre de 2017, son los juveniles producidos útiles para ser utilizados para repoblación. Se incluyen los datos de la reserva de juveniles criados entre 2011-2013. El % de supervivencia indica la supervivencia de los juveniles recogidos de las infestaciones (semilla) de 2014, 2015 y 2016, que corresponden a la supervivencia a los 3 años, 2 y 1 respectivamente.

El promedio de supervivencia de los ejemplares nacidos en 2014, 2015 y 2016 en el año 2017 ha sido de 0.97%. Estos datos serán analizados en detalle más adelante para mostrar que algunos sistemas de siembra han sido mejores que otros y que se han obtenido porcentajes de supervivencia significativamente mejores. En septiembre de 2017 se disponía de un total de 5579 juveniles nacidos en el

laboratorio entre 2014 y 2016 (LIFE Potamo Fauna) para ser utilizados en las repoblaciones. De estos 1402 era nacidos en 2014, 3362 en 2015 y 815 en 2016 (ver tabla). A estos hay que añadir los que sobrevivan nacidos el 2017, pero que no van a poder ser revisados hasta el año próximo, y que van a ser utilizados según el plan post-LIFE. También es posible que en las revisiones de los canales con ejemplares de 2016 que todavía son de tamaño pequeño puedan encontrarse más ejemplares.

Previamente al proyecto LIFE también se disponía de una reserva de 1209 ejemplares criados en el proyecto LIFE Estany entre 2011 y 2013 que también están disponibles para su utilización. Del total de 6788 ejemplares disponibles en el laboratorio en 2017, una mayoría han sido utilizados para repoblar el medio natural, una parte se ha mantenido como reserva de seguridad o referencia y otra se va a mantener durante un año o dos más para completar su proceso de crecimiento y engorde y ser soltados en los próximos años.

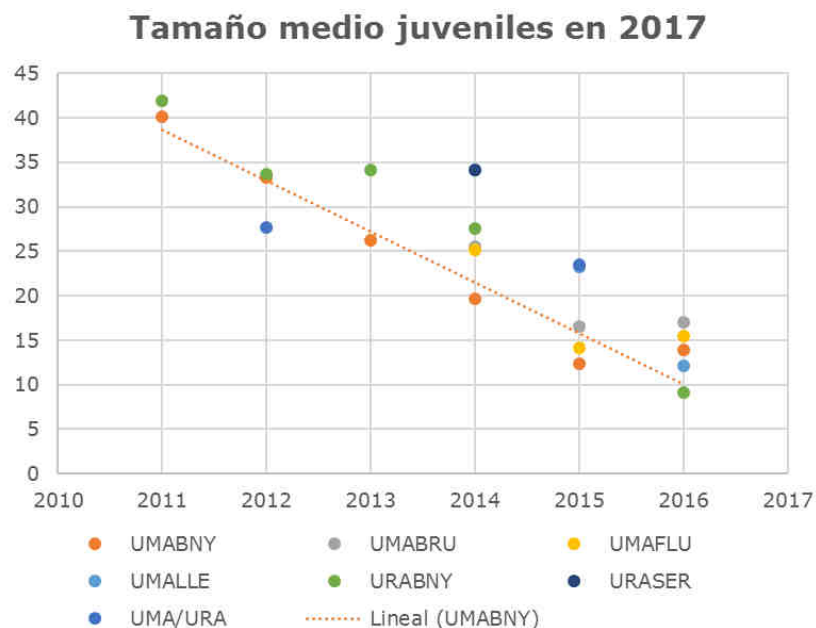


Figura 20. Tamaño medio de los juveniles en mm de náyade en 2017 engordados en el laboratorio de náyades.

El tamaño medio de los juveniles de náyade obtenido varía entre los 20-35 mm de los ejemplares nacidos en 2014, entre 12 y 24 mm los nacidos en 2015 y los 9-17 mm de los nacidos en 2016.

Hemos comprobado que, al aumentar el número de juveniles en fase de engorde en el laboratorio de cría de náyade, se ha reducido su crecimiento, por lo que los ejemplares juveniles obtenidos son de tamaño menor al esperado. De forma que si se pretendía repoblar el medio natural con ejemplares con tamaños superiores a los 3 cm esto no se ha conseguido. Hubiera sido necesario dos años más de cría en cautividad para obtener los tamaños ideales para repoblar o haber iniciado anteriormente algunas de las mejoras en el sistema de engorde implementadas en 2017. Comparando estos crecimientos en cautividad con los del medio natural hemos comprobado que el crecimiento en el laboratorio es más lento. En la naturaleza los ejemplares consiguen los 4 cm a los 4 años, cuando en laboratorio los hemos obtenidos a los 6 años.

Más adelante en este informe se detallarán todas las acciones desarrolladas para mejorar la supervivencia y el crecimiento, con resultados positivos visibles a corto plazo. Como resultado cabe destacar la mejor supervivencia de ejemplares de *U. mancus* de Banyoles nacidos el 2014 (3.09% supervivencia a los 3 años), los *U. ravoisieri* de Banyoles del 2014 (1.90 % a los 3 años) o los *U. mancus* del Fluvià de 2015 (4.23 % a los 2 años). La supervivencia en 2016 fue especialmente mala, con resultados al año de 0.05 y 0.48%, aunque en las revisiones de 2018 pueden encontrarse más juveniles que permitan subir ese porcentaje hasta el 0.5 %.

5.2. SISTEMAS DE ENGORDE

Una vez recogida la semilla de náyade, o sea el juvenil recién caído del pez, este se siembra en uno de los sistemas de engorde preestablecidos en el protocolo de cría en cautividad. Se han utilizado principalmente las piscinas y canales exteriores, habilitados con sedimento del lago y con una renovación casi continua del agua. Las cuatro piscinas disponen de más volumen de agua por lo que la temperatura es más estable en este sistema. Por otro lado, los canales son muy prácticos, pero tienen mayor variabilidad térmica, existen de tres tipos: 16 canales en batería (B), los 2 canales de hormigón (CAN) y los 2 canales en forma de tubo (TUB). El objetivo inicial del proyecto fue que los juveniles engordaran con el alimento natural disponible en el sedimento natural de los canales y piscinas y el agua del lago. Vistos los problemas encontrados que se describen posteriormente se decidió también apostar por otras alternativas de siembra.

SISTEMAS DE SIEMBRA DE SEMILLA DE JUVENIL DE NÁYADE EN EL LAB DE BANYOLES			
Piscinas	Cajas en piscinas	Canal de hormigón y tubo	Canal en batería
			
Experimentos con recipientes	Experimentos con recipientes	Experimentos con recipientes de PVC en acuarios	Experimentos recipientes de PVC en canales
			

	PISCINA	CANAL	EXPERIM.	RECIP ACUARIO	RECIP CANAL	MEDIO NAT	TOTAL
UMABRU	46882	84356	25698	1746	6955	42420	208057
UMAFLU	33362	52412		25768	9449	29471	150462
UMABNY	79037	6192	4076	7424	28914	18791	144434
UMALLE		91871		5243	13810		110924
URABNY	76085	2788		17037	9092		105002
URASER		4593					4593
TOTAL	235366	242212	29774	57218	68220	90682	723472

Tabla 10. Número de juveniles sembrados en los distintos sistemas de engorde y crecimiento. Experi. Indica los destinados a experimentos de alimentación, Recip. Indica recipientes con malla usados en el interior del laboratorio sea en acuarios como en canales. Medio Nat. Hace referencia a los liberados directamente en la naturaleza durante 2017 como una actuación de repoblación directa.

El sistema de siembra más utilizado ha sido el de los canales, sean los en forma de tubo, de hormigón o en los 16 canales en batería. Los resultados de supervivencia de los ejemplares sembrados en los canales ha sido la más baja de todos los sistemas lo que explica que los resultados finales de supervivencia sean también bajos. Este es el motivo por el que en 2017 no se sembraron juveniles en canales. La siembra en canales ha sido muy utilizada para los juveniles de las poblaciones del Brugent, Fluvià y Llémena.

En cambio, los mejores resultados se han obtenido en piscinas, por esto, se ha aumentado la siembra en piscinas des de 2014 a 2016. En 2014 y 2016 se han sembrado juveniles de *U. mancus* y *U. ravoisieri* de Banyoles y en 2015 se sembraron en piscina juveniles de *U. mancus* del Brugent y del Fluvià obteniendo muy buenos resultados especialmente en estos últimos de 2015.

Otros sistemas de siembra se sitúan en el interior del laboratorio e incluyen diferentes modelos de recipientes donde se han realizado experimentos. Algunos simples como en botes de cristal, pequeños tuppens o los recipientes más elaborados con tubos de PVC con malla de 200 micras en el fondo dentro de canales u otros acuarios o tuppens grandes. Están por un lado los recipientes con malla en acuarios de plástico de 40 litros (4-5 tuppens con 4-5 recipientes en cada) y por otro lado los recipientes con malla en canales de fibra de vidrio (4 canales por 16 recipientes por canal). También se ha utilizado en 2016 un canal interior de fibra de vidrio con dos tipos de sedimento. Posteriormente se entrará más en detalle en cada uno de estos sistemas que se han utilizado para experimentar con alimentación suplementaria.

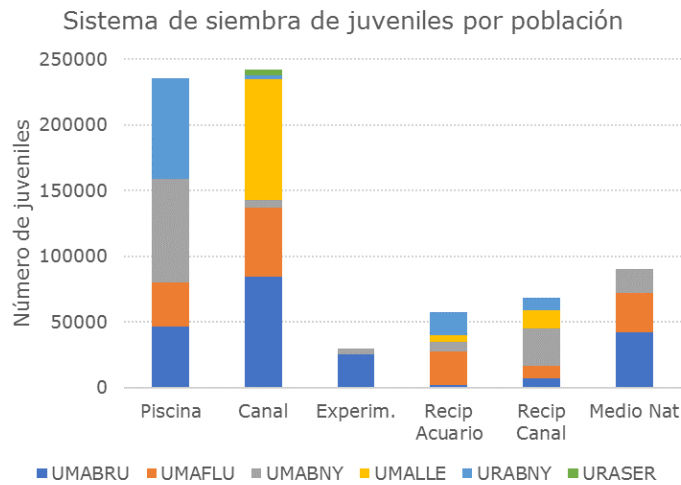


Figura 21. Grafico que muestra de forma visual los datos de la tabla de número de juveniles sembrados en cada uno de los sistemas de engorde durante los cuatro años de proyecto separados por población.

Se han realizado algunos experimentos de alimentación en recipientes cerrados (Experim. en las figuras) con algunos miles de ejemplares, especialmente en 2015 y 2016, utilizando ejemplares del río Brugent en 2015 y de Banyoles en 2016.

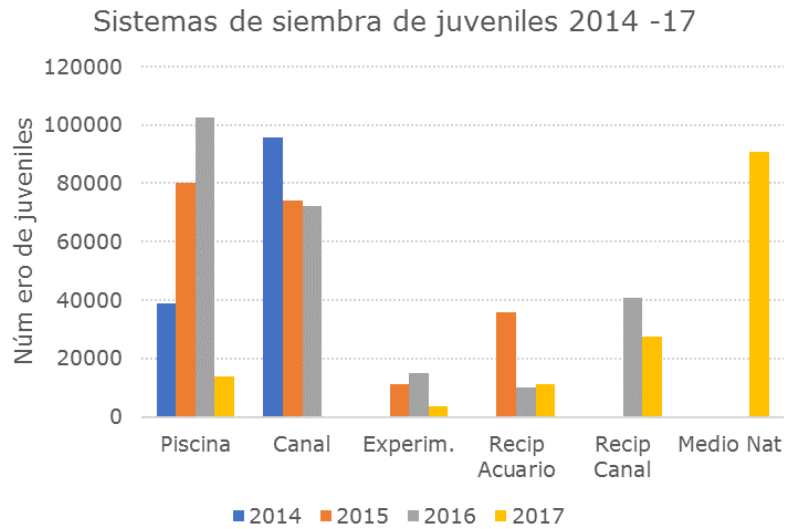


Figura 22. Número de juveniles sembrados anualmente en cada uno de los sistemas de engorde separados por años.

Por lo que refiere a otros sistemas de engorde en el interior del laboratorio en recipientes con diferente tipo y cantidad de aporte de alimentación suplementaria, se han destinado algunos millares de ejemplares, en recipientes en acuarios y en canales. Se iniciaron las primeras pruebas en 2015 con recipientes en acuario con alimentación suplementaria de algas marinas, un sistema utilizado en menor medida en 2016-17. A partir del éxito de este sistema en 2016 se prepararon cuatro canales con 16 recipientes cada uno para poder hacer pruebas de alimentación durante 2016 y 2017. En estos sistemas se han utilizado ejemplares de la mayoría de las poblaciones (Banyoles, Brugent, Llèmena y Fluvià).

Finalmente, en 2017 se ha realizado una siembra directa de ejemplares juveniles criados en el laboratorio en la naturaleza, una actividad considerada como un acto directo de repoblación y que será comentado en el capítulo correspondiente.

5.2.1. Comparativa supervivencia según el lugar de siembra y año

Los mejores resultados de supervivencia de nivel general se han logrado en piscinas en las siembras de 2014 y 2015 con máximos del 3 % de supervivencia a los 3 años. El **año 2016 fue terriblemente malo para las supervivencias** en piscinas y canales, con resultados del 0 al 0.1%. Los resultados buenos de supervivencia del 2016 se basan todos en ejemplares engordados inicialmente en recipientes en canales o acuarios dentro del laboratorio con alimentación extra, que han sido sembrados en canales posteriormente a los 6 o 12 meses, y que han obtenido mejores resultados indicados en la tabla de supervivencias con un *. No hay explicación definitiva para estos resultados, aunque coincide con una estrategia de sembrar en lugares que ya tienen ejemplares de años anteriores, lo que podría significar un efecto de competencia, o se ha también especulado con la proliferación de planarias y otros organismos depredadores de náyades de tamaño pequeño que en sedimentos viejos del laboratorio podrían haber eliminado parte de la siembra de semilla.

Sistema	365 días			500-550 días			800-900 días		1250 días
	2014	2015	2016	2014	2015	2016	2014	2015	2014
TOTAL									
Canal	0,09 - 0,5	0 - 2,05	0,1 - 1,64*	0,09 - 0,45	0 - 1,8*	1,1 - 1,64*	0,05 - 0,33	0,03 - 1,31*	0,05 - 0,33
Piscina	3,07 - 24,8	2,09 - 7	0 - 0,01	2,93 - 3,51	1,87 - 6,9	0 - 0,01	2,17 - 3,08	1,56 - 6,9	2,17 - 3,08
Canal Hormigón	0,55			0,55			0,54		0,5
UMABRU									
Piscina		2,09			1,87			1,56	
Canal		0,03-2,05	0,1*		0,03-1,8*	0,1*		0,03-1,3*	
Canal Hormigón	0,55			0,55			0,54		0,5
UMAFLU									
Piscina		7			6,9			6,9	
Canal	0,5	x	0,43*	0,45		0,43*	0,33		
UMALLE									
Canal	0,09	0,39	0,17*	0,09	0,38	0,17*	0,05	0,21	0,05
URABNY									
Canal		0			0			0	
Piscina	3,07		0	2,93		0	2,17		2,17
UMABNY									
Canal		0			0,41*			0,41*	
Piscina	24,84		0,01	3,51		0,01	3,08		3,08
URASER									
Canal	0,13			0,13			0,13		

Tabla 11. Supervivencia de los juveniles en función del año de nacimiento y sistema de siembra (Piscina, canal, canal de hormigón) a los 365, 500, 800 y 1250 días de su siembra. En * son supervivencias de juveniles engordados en experimentos en interior de laboratorio y sembrados en canales una vez finalizado el experimento a veces mezclado con los sembrados en el momento de caer del pez. No se muestran resultados de 2017 porque no se han revisado las siembras y no ha transcurrido aun un año. En rojo supervivencias buenas (>2%), en verde aceptables (0,5-2%) en color naranja resultados malos (<0,5%).

El canal de hormigón ha dado resultados intermedios (0.55% supervivencia a los 2 años) entre la piscina y los canales, aunque este solo se ha utilizado para la siembra de *U. mancus* del Brugent en 2014.

Las siembras en canales en batería, los de nueva creación han dado resultados muy malos en cuanto a la supervivencia de plantación de semilla de náyade. Lo máximo obtenido en siembra de semilla es de un 0.33% de *U. mancus* del Fluvià del 2014 a los 3 años y de un 2.05 % en *U. mancus* del Brugent en 2015. Resultados mejores han dado en los canales las siembras de ejemplares engordados en experimentos de cría en recipientes en acuarios y canales en el interior del laboratorio. Estos juveniles se siembran con tamaños superiores a 1 mm lo que reduce su tasa de depredación y mortalidad. En estos casos las supervivencias de estos canales identificados en la tabla con un * varían de entre los 0.17% a los 1.8 pasando por 0.41, aunque tampoco son muy elevados. Coincide que estos resultados son mayoritariamente del 2016, también coincidiendo con las mortalidades del exterior.

El hecho que se hayan obtenido mejores supervivencias en 2014 que en 2015 y 2016 podría indicar un efecto de evolución del sedimento negativo o un efecto por competencia al aumentar el número de juveniles en el laboratorio. **Se incorpora como sugerencia la renovación del sedimento de canales y piscinas periódico** (cada dos años), mediante el secado de la misma, y cambio total o parcial.

Estas supervivencias combinadas con el total de juveniles sembrados por sistema han dado los resultados obtenidos de juveniles disponibles para la repoblación en 2017.

5.2.2. Problemáticas en el sistema de engorde y soluciones aplicadas. Mejoras técnicas y conocimientos adquiridos de fácil transmisión en otros proyectos de cría.

Estos sistemas de cría exterior han sufrido bastantes problemas en la medida que han provocado mortalidades o un menor crecimiento del esperado. Estas dificultades se enumeran a continuación:

1. Acumulación de hojarasca de sauce y chopo en otoño y de semilla de chopo en primavera, taponamiento de desagües y del sistema de aire acondicionado, cubrimiento del sedimento, acumulación de semilla de chopo, aumento de materia orgánica y posterior anoxia en descomponerse la hojarasca, ...
2. Entrada en piscinas y canales de especies exóticas depredadoras de náyades, especialmente cangrejo rojo americano (*Procambarus clarkii*) y pez fraile (*Salaria fluviatilis*) con mortalidades puntuales por depredación. En algunos casos se han recogido decenas de náyades con los bordes raídos. Estos peces entran por el sistema de bombeo directo del lago, y los cangrejos por el canal de desagüe.
3. Crecimiento de algas filamentosas verdes que se originan ante un exceso de fosfatos o una carencia de nitratos y que cubren el fondo de canales y piscinas donde les toca mucho la luz. También la formación de un biofilm de algas cianobacterias encima mismo del sedimento puede generar problemas de viabilidad en las primeras fases de crecimiento de los juveniles por anoxia.
4. Impacto de la temperatura. Especialmente en los canales en batería, el efecto de la temperatura ha sido extremadamente elevado en verano, llegando a los 29 grados, o en invierno, llegando a los 5 grados. Las mortalidades hibernales han resultado ser importantes según indican las revisiones periódicas. La avería de los aires acondicionados o las bombas de alimentación del sistema con agua del lago, e incluso problemas en los niveles de agua pueden incrementar puntualmente la temperatura hasta valores dañinos para juveniles de pequeño tamaño.



5. Falta de alimento. Las aguas del lago son oligo-mesotróficas lo que indica una baja producción, por lo que la carga de materia orgánica y organismos que sirvan de alimento a los juveniles de náyade es reducida. Al reutilizar el agua por todo el laboratorio, es decir el agua circula por piscinas, posteriormente por canales de tubo y de hormigón, para finalmente circular por los canales en batería, esto supone un efecto de limpieza del agua o de depuración que disminuye la carga orgánica y de alimento. Esto añadido al aumento total de juveniles de náyade en los sistemas de engorde exteriores, desembocó en un menor crecimiento de los juveniles en muchos de los canales, especialmente aquellos con mayor densidad de juveniles sembrados.





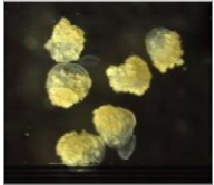
Durante 2016 y 2017 se han dedicado esfuerzos para la mejora de los sistemas de engorde exteriores como:


1. Limpieza manual de hojas cada otoño y tala de dos grandes chopos en invierno de 2016. Limpieza de las tuberías y vías de entrada y desagüe del laboratorio con agua a presión.
2. Colocación de mallas en las vías de entrada de agua en cada uno de los sistemas de canales o piscinas. Trampeo con nasas cangrejas de los canales de evacuación del agua donde proliferaron los cangrejos rojos americanos y también colocación de trampas en los canales después de la detección de mortalidad. Tareas de revisión periódica y reparación de las mallas.
3. Cubrimiento de los canales y piscinas. En 2014 y 2015 se cubrieron piscinas y canales dejando el sedimento en oscuridad para evitar la proliferación de algas. Posteriormente en 2016 y 2017 se alternaron periodos con cubrimiento y otros sin cubrimiento para favorecer la formación de biofilms de diatomeas y bacterias encima de los sedimentos que pudieran aumentar la carga de alimento y solventar también los problemas de alimentación.
4. Aumento de la renovación del agua del lago llegando a funcionar 24 h en verano e invierno para mantener el sistema con la misma temperatura del lago de Banyoles, alrededor de 9 grados en invierno y los 26 en verano. Colocación de tela de sombrear encima de los canales en batería.
5. Construcción de un sistema de cuatro depósitos de 1000 litros para la producción de fitoplancton a partir de la aplicación de un fertilizante

orgánico al agua. Este fitoplancton era aplicado cada dos días en una cantidad de 700 litros al sistema de canales en batería. Colocación de plantas (helechos y carexs) en el canal superior de la batería de canales. Para mejorar también la producción se redujo la renovación de agua entre abril y mayo, y setiembre y noviembre con un promedio de funcionamiento de 16 a 20 horas al día. También se redujo la oscuridad en los canales abriendo ventanas alternando periodos con el sedimento descubierto y cubierto. En cuanto había mucha producción de biofilm o aparecían las algas, entonces se cubría de nuevo el sedimento, se tapaba la ventana y se abría otra utilizando ladrillos o tablonces de madera como cubrimiento.

Se resumen en la siguiente tablas las problemáticas detectadas y las soluciones implementadas:

Problemática	Mejora aplicada
<ul style="list-style-type: none"> Elevada variación de la tasa de supervivencia en sistemas de engorde en el exterior (Canales y piscinas) del 0 al 30 % 	<ul style="list-style-type: none"> Implementación de procesos de engorde en laboratorio interior con aporte de alimentación suplementaria con algas y detritus (resultados de los experimentos de alimentación)
<ul style="list-style-type: none"> Depredación de juveniles por ejemplares por cangrejo americano (<i>Procambarus clarkii</i>). 	<ul style="list-style-type: none"> Colocación de tamices protectores en la entrada de agua de cada contenedor y trampeo con nasas cangrejeras cebadas. 
<ul style="list-style-type: none"> Depredación por pez fraile (<i>Salaria fluviatilis</i>) un pez que entraba al sistema directamente del agua bombeada del lago. 	<ul style="list-style-type: none"> Colocación de tamices protectores en la entrada de agua de cada contenedor (piscina, canal, ...) y trampeo en zonas sensibles con nasas.

<ul style="list-style-type: none"> Aparición de planarias (Platelmintos) en las piscinas y canales debido a la acumulación de hojarasca y algas. Han sido descritas como potenciales depredadores de gloquidios, cladóceros y por tamaño también lo pueden ser de pequeños juveniles. 	<ul style="list-style-type: none"> Secado de piscinas y canales y barbecho en los cultivos de juveniles en piscinas y canales alternando entre años o renovando el sedimento.
<ul style="list-style-type: none"> Crecimiento algal de un biofilm encima del sedimento o de formaciones de algas filamentosas. 	<ul style="list-style-type: none"> Control del crecimiento algal con un sistema de sombreado o directamente tapando piscinas y canales con tabloncillos y ladrillos. 
<ul style="list-style-type: none"> Acumulación de hojarasca en otoño. 	<ul style="list-style-type: none"> Retirada manual con salabres de hojarasca excesiva, y cubrimiento de las piscinas con tabloncillos y ladrillos.
<ul style="list-style-type: none"> Travertinización de las instalaciones por precipitado de cal (carbonato cálcico) en tuberías, grifos, canales, mallas, e incluso ejemplares. 	<ul style="list-style-type: none"> Limpieza de tuberías, abertura y cierre de grifos periódicos para evitar atascos, limpieza hibernal de canales y desagües por acumulación de hojarasca utilizando agua a presión. El circuito de agua interior del laboratorio se limpia con la recirculación de un producto anti-cal especial para lavavajillas industriales, en una limpieza anual que se hace cuando las instalaciones del laboratorio interior están inactivas.

<ul style="list-style-type: none"> • Aguas calcáreas oligomesotróficas. Crecimiento lento de los juveniles en los canales exteriores, menor del previsto por las experiencias previas. Es posible que la ampliación de canales y el aumento de la densidad de juveniles haya repercutido en una disminución del alimento y la materia orgánica del agua recirculada del lago. 	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento de las horas de luz para provocar el crecimiento de algas y bacterias en el sedimento. Cultivo seminatural de fitoplancton con unos depósitos y agua del lago con fertilizante de plantas para suplementar el agua con alimento extra. 
--	---

5.3. SEGUIMIENTO ANUAL DEL ENGORDE DE LAS COHORTES DE CADA POBLACIÓN

Para valorar los esfuerzos dedicados a la mejora constante de la supervivencia y crecimiento de las distintas cohortes de las poblaciones de náyade se va a realizar una descripción resumida de la producción, siembra, crecimiento, engorde y supervivencia para cada año, según las poblaciones y según el sistema de cría utilizado.

5.3.1. Resultados del 2014

En 2014 se sembraron 38.913 juveniles en piscinas y 95740 en canales. En piscinas se sembraron juveniles de las poblaciones de *U. mancus* y *U. ravoisieri* de Banyoles. La mejor supervivencia se ha obtenido en las piscinas a los 500 días y a los 1150 días al final del proyecto, tal como ya se ha debatido en capítulos anteriores. Las dos especies de náyade de Banyoles sobrevivieron en un 2.17 y 3.08 % en piscinas, aunque hay que explicar que algunos de los ejemplares sembrados en piscinas se trasladaron más tarde en canales en batería donde han mantenido un índice de supervivencia similar. En cambio, las siembras en canales en batería y en hormigón han dado resultados muy malos a los 1150 días con un 0.49% de supervivencia en el canal de Hormigón de la población de Brugent, 0.05% del Llémèna, 0.13% del Ser y el 0.33% del Fluvià en canales en batería. Hay que recordar que estas supervivencias son a los 1150 días, esto son más de tres años después de su siembra. Como conclusión se determina que 2014 fue mejor la cría en piscinas, luego en el canal de hormigón, y los peores resultados se obtuvieron en los canales

en batería. Los canales en batería se han mostrado útiles para mantener y engordar con éxito ejemplares de más de un año y medio, pero no para semilla. Los resultados fueron muy negativos para el Fluvià, puesto que se sembraron 36254 juveniles, y para el Brugent, del cual se sembraron 39808 ejemplares en el canal de hormigón. Estas bajas supervivencias el primer año de cría ha sido un ligero contratiempo técnico para obtener gran cantidad de ejemplares de talla grande para repoblar en 2017.

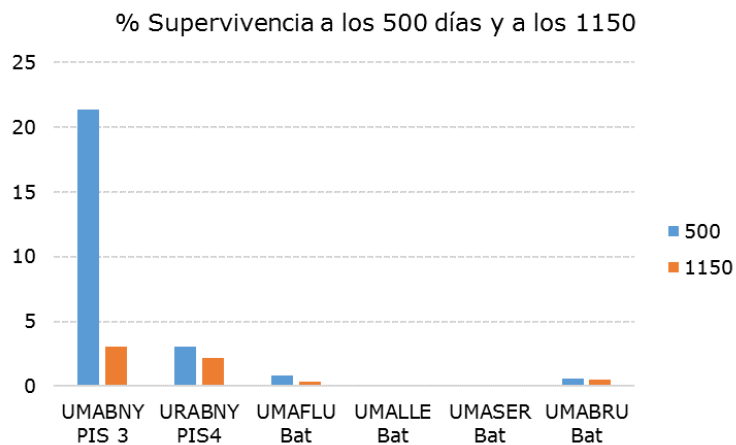


Figura 23. Supervivencia de cada una de las siembras en piscinas (PIS3 – PIS4) o baterías (Bat) de las distintas poblaciones de los juveniles criados en 2014.

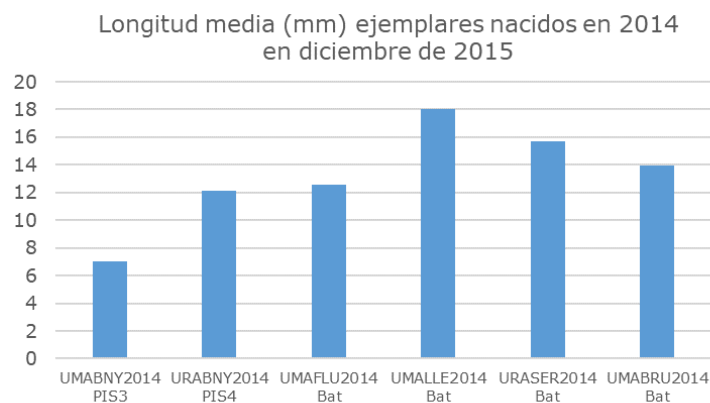


Figura 24. Crecimiento de cada una de las poblaciones sembradas en piscinas (PIS3 – PIS4) o baterías (B1-B8) de las distintas poblaciones de los juveniles nacidos en 2014.

Las conclusiones del seguimiento de la cría de 2014 sirvieron para reducir el número de siembras en canales en 2016 y 2017. Otra conclusión que se obtuvo es que los crecimientos eran mayores en aquellas siembras con pocos individuos. Los ejemplares del Ser y el Llémena presentaban tamaños medios mayores (15-18mm),

los del Brugent y el Fluvià intermedios (12-14mm) y en las piscinas los tamaños eran menores (7-12 mm). Cuantos más ejemplares sobreviven, menos crecen y esto también es un factor muy a tener en cuenta para la obtención de individuos de gran tamaño para su repoblación. Es también remarcable ver como un ejemplar de dos años de edad puede tener ya los 18 mm de longitud. En piscinas el tamaño será siempre mucho menor que en la naturaleza o que un crecimiento normal donde se ha descrito un aumento de 10 mm al año.

5.3.2. Resultados del 2015

En 2015 se dieron mejores resultados en cuanto a producción de semilla llegando a los 201485 juveniles. Dados los malos resultados de 2014 y algunas de las observaciones detectadas de bajo crecimiento y de supervivencia, se decidió dedicar una parte de los ejemplares nacidos a diversos experimentos de alimentación extra. Se plantearon hasta 5 experimentos o pruebas representando un total de 47018 ejemplares, un 23 % de la producción de semilla. Algunas de las pruebas realizadas ni se van a mencionar aquí por suponer una cantidad muy reducida de ejemplares (EXP03 y EXP05) Y obtenerse resultados negativos.

	<i>UMA</i>	<i>UMA</i>	<i>UMA</i>	<i>UMA</i>	<i>URA</i>	<i>Total</i>
Lugar de siembra	BNY	BRU	FLU	LLE	BNY	
Canales	6192	38372		29032	627	74.223
Piscinas		46882	33362			80.244
EXP01-Tuppers cerrados		4200				4.200
EXP02 Recipientes en L2	7424		24245		4132	35.801
EXP03. Recipientes en B9	377					377
EXP04-Rec. con recirculación		4199				4.199
EXP05-Ext-con diferente luz		2441				2.441
Total	13.993	96.094	57.607	29.032	4.759	201.485

Tabla 12. Lugares de siembra de semilla producida en 2015 en el laboratorio de náyades separados por especie, cuenca fluvial y sistema de siembra.

Siembra semilla 2015

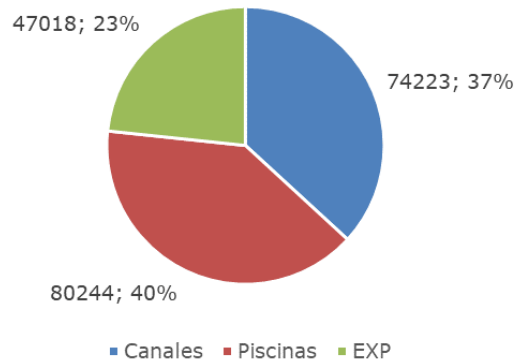


Figura 25. Lugares de siembra de semilla producida en 2015 resumidas por tipo de siembra (Canal, piscinas y experimentos).

Supervivencia siembra semilla 2015

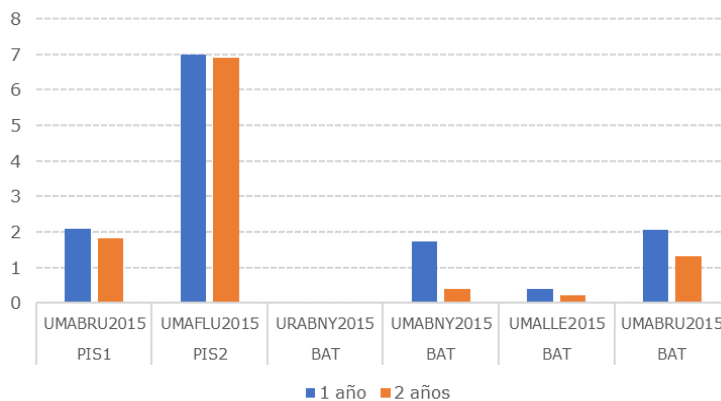


Figura 26. Supervivencia de cada una de las siembras en piscinas (PIS3 – PIS4) o baterías (Bat) de las distintas poblaciones de los juveniles criados en 2015 al año y a los dos años de la siembra.

Los mejores resultados de las siembras de 2015 se han producido otra vez en piscinas, con las siembras de *U. mancus* del Fluvià y del Brugent. Son supervivencias de entre 2 y 7% a los 2 años bastante satisfactorias. Los resultados han sido muy malos para las siembras en canales en batería. De hecho, los resultados mejores observados en la figura correspondiente para las siembras del Brugent y de UMA Banyoles, en realidad reflejan la supervivencia de los ejemplares procedentes de experimentos sembrados en canales, porque los sembrados directamente en canales han dado supervivencias menores al 0.1 %.

5.3.3. Experimento en recipientes de cristal de 2015 (EXP01)

Este experimento fue objeto de un seguimiento por parte de un estudiante (Coma, 2015) que trabajó con 4200 juveniles sembrados en 42 recipientes de cristal. Los juveniles fueron alimentados con tres tipos de alimentos (basados en combinaciones de algas y detritus) y cinco dosis de algas diferentes, dentro de recipientes de cristal con 500 ml de agua durante un periodo de 40 días.

Dosis o densitat	TIPUS ALIMENT 1 Algues marines 1	TIPUS ALIMENT 2 Algues marines 2	TIPUS ALIMENT 1 + Detrits Algues marines 1
D ₀	(1) (2) (3)	/	(28) (29) (30)
D ₁	(4) (5) (6)	(16) (17) (18)	(31) (32) (33)
D ₂	(7) (8) (9)	(19) (20) (21)	(34) (35) (36)
D ₃	(10) (11) (12)	(22) (23) (24)	(37) (38) (39)
D ₄	(13) (14) (15)	(25) (26) (27)	(40) (41) (42)

Figura 27: Esquema del experimento, donde se muestran los tres tipos de alimento en relación a las cinco dosis de administración. En total, se elaboran 14 tratamientos (se omite un tratamiento al ser reiterativo, ya que, al no presentar dosis de alimentación, presenta las mismas características que las tres primeras réplicas). Se indica el código numérico de cada uno de los recipientes a elaborar.

Para este estudio, se optó por alimentar a los juveniles con algas disponibles comercialmente, tal y como se ha dado con éxito en otros experimentos de cría de náyades (Eybe et al., 2013), ya que el cultivo de diferentes especies de algas continentales requiere mucho tiempo y, consecuentemente, es más caro. Los tres grupos de alimentación son:

- **Algues marines 1.** Algas liofilizadas de la marca Easy Reefs®, con una composición del 33% de las siguientes algas marinas: *Nannochloropsis gaditana* (250.000 cel / ml), *Tetraselmis Chui* (50.000 cel / ml) y *Phaeodactylum tricornutum* (250.000 cel / ml). El uso de estas algas para la alimentación de juveniles de náyade alargada ya se ha dado en otro experimento LIFE del Proyecto Estany (Campos et al., 2013).
- **Algues marines 2.** Combinación de algas marinas de la marca Shellfish Diet 1800® (Reed Mariculture Inc.) y *Nannochloropsis* 18% (ACUINUGA). Shellfish Diet 1800 está compuesta por 40% de *Isochrysis*, 15% de *Pavlova*, 25% de *Tetraselmis* y 20% de *Thalassiosira pseudonana*. Esta composición de algas ya ha sido utilizada en Luxemburgo en el cultivo de juveniles de *Margaritifera* L. (Eybe et al., 2013).

- **Algas marinas 1 + Detritus:** El detritus se utiliza como suplemento alimentario y tiene un papel crucial en el desarrollo de muchas especies de náyades (Hruska, 1999, 2001). Ha sido recogido en un prado húmedo cerca de las instalaciones del laboratorio para proporcionar mayores concentraciones de detritus que las del río. Aunque no se ha analizado la composición del detritus recogido, este está formado por material orgánico, zooplancton, bacterias y hongos y sedimentos de arcilla o arena en proporciones variables (Eybe et al., 2013).



Figura 28: Imagen de los recipientes utilizados para el experimento.

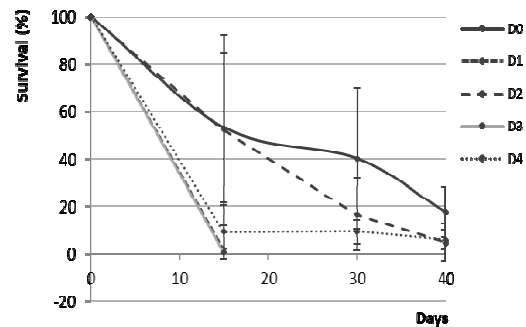


Figura 29: Supervivencia del sistema de alimentación tipo 1 con dieta de algas hasta los 40 días.

Al menos en los 15 primeros días, los resultados mostraron un mayor crecimiento de juveniles en respuesta a un tipo de alimentación del tipo 1 con las siguientes algas: *Nannochloropsis gaditana*, *Tetraselmis chuii* y *Phaeodactylum tricornutum*. Esto se ha observado a pesar que estas tienen menor contenido en lípidos y son proporcionalmente mayores de tamaño. Las supervivencias máximas obtenidas fueron del 20 % a los 40 días en algunas dosis por lo que no son de los mejores resultados obtenidos. La elevada mortalidad de los juveniles a causa de factores externos incontrolados (filamentos de fibras de chopo) no permitió corroborar si la respuesta continuaba más allá de los 15 días. Por contra, la adición de detritus en la dieta provocó una disminución del crecimiento de los juveniles.

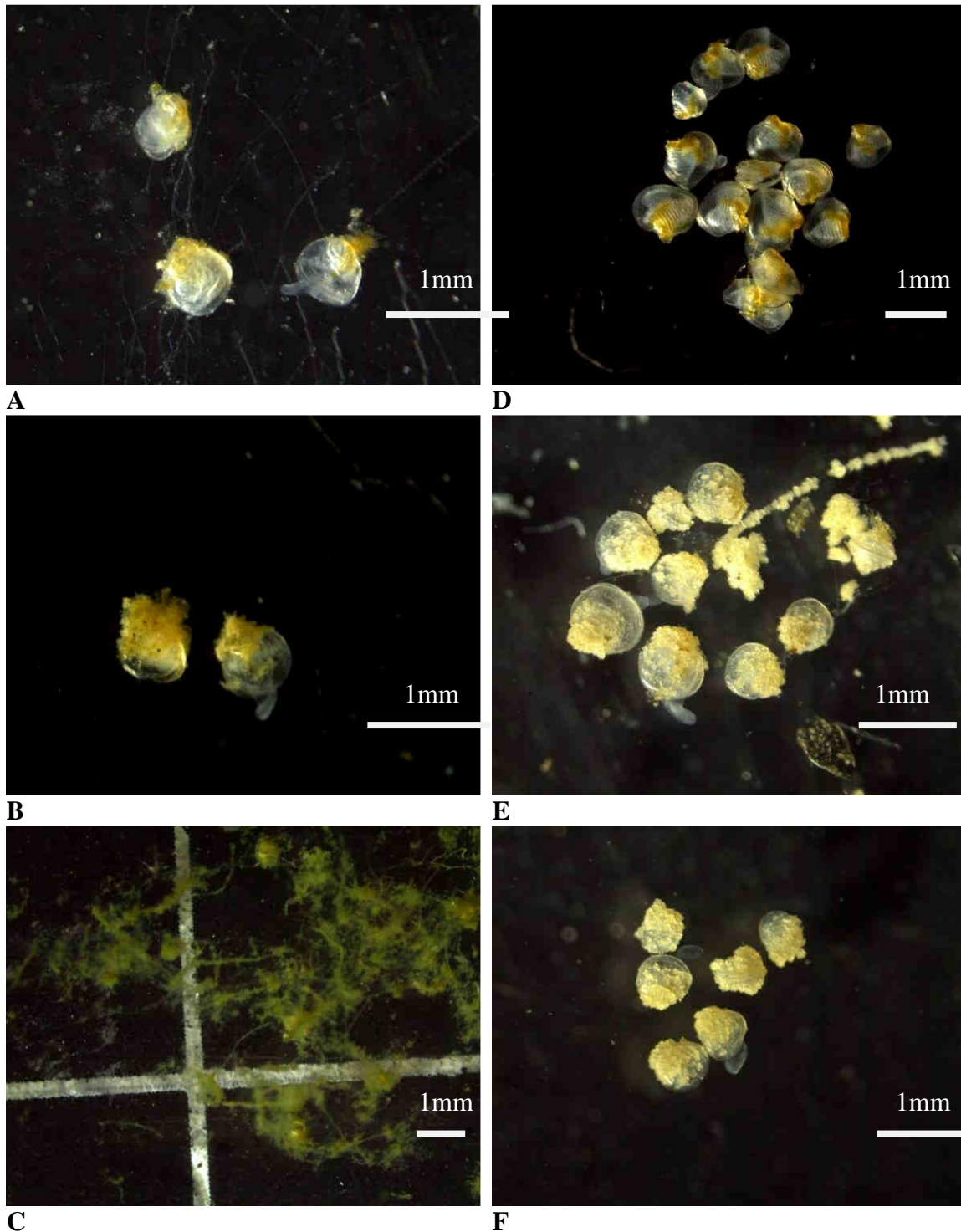


Figura 30. Ejemplos de crecimiento de los juveniles de *Unio mancus* lo largo de los diferentes periodos de medida en los dos experimentos realizados en 2015, con recipientes de cristal (A-C) y con recipientes de con recirculación (D-F). **A:** Juveniles de 40 días alimentados con algas de tipo 1 en una dosis 2 **B:** Juveniles de 40 días alimentados con algas de tipo 1, más un suplemento de detritus, en una dosis 4. Se observa como las valvas están invadidas por una masa filamentososa. **C:** Placa con presencia de fibras procedentes de las semillas de chopo. **D:** Juveniles de 40 días mantenidos en un sistema de corriente sin recirculación de agua. **E:** Juveniles de 40 días mantenidos en un sistema de corriente con velocidad baja de recirculación de agua. **F:** Juveniles de 40 días mantenidos en un sistema de corriente con velocidad alta de recirculación de agua.

5.3.4. Experimento en recipientes con recirculación (EXP03)

Este experimento se basaba en el cultivo de juveniles de *Unio mancus* en tres tratamientos de recirculación de agua diferentes: alta, baja y nula. Cada uno de los tratamientos presentaba tres réplicas, y cada una de ellas consta de un recipiente cilíndrico de plástico (PVC gris de tubería) de 16 cm de diámetro con una malla de 200 micrómetros en la parte inferior para poder colocar los juveniles. Cada recipiente contenía 200 juveniles y un sistema de corriente que generaba un flujo continuo de agua del lago en el interior del recipiente. En total, había nueve recipientes y un recuento inicial de 1800 juveniles de náyade. La duración del experimento fue de dos meses (de principios de mayo a finales de junio de 2015). En este caso el alimento utilizado fue el Easy Reef, las algas marinas en una dosis similar para todas las muestras.



Figura 31. Diseño del sistema de recirculación interna del agua para la cría de juveniles de náyade. Tres recipientes cilíndricos con 200 juveniles cada uno se mantienen en suspensión en un tanque de 70 l con agua del lago. Dos tubos con grifos reguladores de caudal transportan agua, oxígeno y alimento verticalmente hacia el interior de los recipientes, mientras que el recipiente restante no presenta recirculación. La renovación de los tanques se da a partir de tubos de entrada y salida de agua regulados por grifos externas al sistema.

Todas las réplicas han sobrevivido hasta el final del experimento en el tratamiento sin recirculación de agua, con una supervivencia media del 60%, un resultado muy positivo. Las tres réplicas presentan los mayores valores de crecimiento de los juveniles, llegando a los 913,27 μ m a los 40 días y a los 1.432,17 μ m los 60 días, con tasas finales de crecimiento de 21,91 +/- 20,00 μ m al día. Las tasas de crecimiento, además, han aumentado a lo largo de los días, con tasas máximas a los 50 días de experimento y valores de 34,60 +/- 1,96 μ m / día.

Las muestras con recirculación baja y alta llegaron a los 40 días con las tres réplicas viables. Los valores de crecimiento, sin embargo, fueron bajos y fueron

disminuyendo a lo largo del experimento, alcanzando longitudes finales de los juveniles de 518,67 μ m en el tratamiento con recirculación baja y 517,03 en el de alta. La supervivencia final en ambos casos también fue muy baja, con un 5,2 +/- 2,93% y un 3,6 +/- 2,80%, respectivamente. La supervivencia y el crecimiento están correlacionados con la edad de los juveniles (días) en todos los tratamientos. Por lo tanto, a mayor edad, el crecimiento de los juveniles aumenta y su supervivencia en los recipientes disminuye. El tratamiento sin circulación de agua presenta la correlación más fuerte en el crecimiento (0,997), pero presenta la correlación más baja en la supervivencia (-0,826), debido a la poca mortandad de individuos a lo largo de los 60 días de duración del experimento.

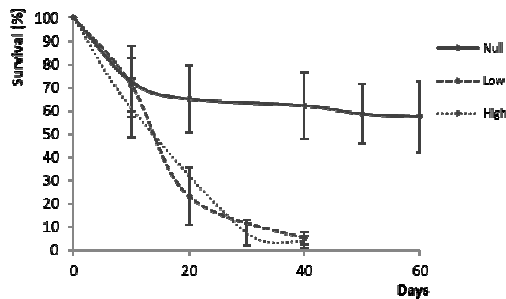


Figura 32: Curva de supervivencia de 10 a 60 días para cada tratamiento

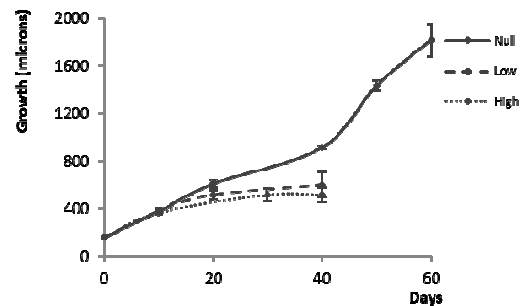


Figura 33: Curva de crecimiento de 10 a 60 días para cada tratamiento

Dos parámetros importantes en el cultivo de juveniles en sistemas de acuicultura son, por un lado, la calidad del agua utilizada (en nuestro caso, el agua proviene directamente del lago de Banyoles), y, por otra, una alimentación fitoplanctónica que pueda ser ingerida y correctamente digerida por los juveniles (Kovitvadhí et al., 2006). *Nannochloropsis* sp. es una especie frecuentemente introducida al diseño de sistemas de cría con recirculación como fuente primaria de alimento (Eybe et al., 2013). La alimentación utilizada en este experimento se ha basado en una mezcla de algas liofilizadas, entre ellas *Nannochloropsis gaditana*.

Los sistemas de malla sin sedimento, como en nuestro caso, también han tenido éxito en la cría de muchos juveniles, ya que la malla proporciona una superficie adecuada para atrapar materiales orgánicos del agua y proporcionar un suplemento alimenticio natural (Lima et al., 2012). El material orgánico, además, disminuye los procesos de desnitrificación del medio (Eybe et al., 2013), principal causa de mortalidad de los juveniles en condiciones de laboratorio (Kovitvadhí et al., 2007), aportando una mayor calidad del agua.

Según los resultados obtenidos, el crecimiento y la supervivencia del tratamiento sin recirculación del agua han sido significativamente más elevados que los otros tratamientos. Por un lado, podríamos determinar que la calidad de la alimentación aportada era buena para los juveniles, ya que era la misma para los tres tratamientos y nos ha dado medidas de crecimiento y supervivencia hasta los 60 días, cuando los juveniles ya presentan todos los sus órganos completamente formados (Kovitvadhí et al., 2006).

El motivo por el que la supervivencia de los juveniles en los tratamientos de baja y alta recirculación no ha sido buena lo encontramos en los cambios químicos del agua debidos a efectos de la ventilación y la elevada dureza del agua del Lago de Banyoles. En condiciones normales, el bicarbonato de calcio se encuentra en equilibrio en el medio. El sistema de recirculación de agua lleva asociado un bombeo vertical de agua, desde el fondo del tanque hasta la salida de los tubos hacia los recipientes, gracias a las bombas de aire empleadas. Durante este proceso se genera una oxigenación del agua gracias a su ventilación (se forman burbujas que arrastran el agua de forma ascendente y que, al romperse, dan lugar a un intercambio de gases). Este mecanismo supone una pérdida de dióxido de carbono que desplaza la reacción hacia la formación de carbonatos, los cuales precipitan al fondo del recipiente en forma de cristales y también sobre los caparazones de los juveniles. Estos cristales, situados sobre los juveniles, provocan la saturación de los mismos impidiendo su desarrollo normal y provocando su muerte.

Como conclusión a estos trabajos de 2015, para 2016 se han utilizado estos recipientes de PVC con malla sin recirculación del agua y alimentación suplementaria para el engorde de los juveniles en las primeras fases. Los resultados de 2015 y 2016 confirman la utilidad de los mismos para obtener supervivencias elevadas.

5.3.5. Experimentos en recipientes sin circulación

En 2015 se sembraron en recipientes de PVC con malla de 200 micras en el fondo dentro de acuarios, en un sistema parecido al del experimento anterior, con alimentación suplementaria con algas (Easy Reefs®). Se sembraron 7 recipientes con 24.245 ejemplares de *U. mancus* del Fluvià (UMAFLU01 a 07) y se sembraron 5 más de *U. mancus* de Banyoles (UMABNY01 a 05) con 7.424 ejemplares semilla y unos recipientes con 4.132 juveniles de *U. ravoisieri* de Banyoles (URABNY06). La

supervivencia de los distintos recipientes fue variable, pero en algunos casos se obtuvieron resultados espectaculares.

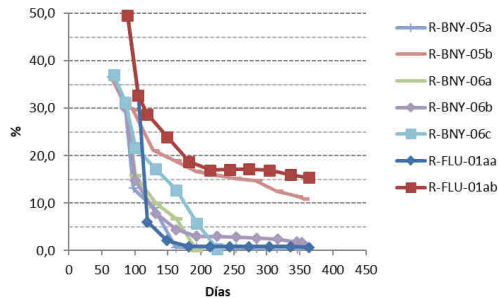


Figura 34. Supervivencia de algunas de las muestras en recipientes.

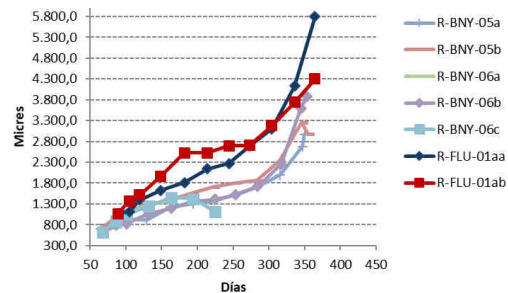


Figura 35. Crecimiento de algunas de las muestras en recipientes.

Estas siembras se mantuvieron con alimentación suplementaria de algas hasta los 365 días cuando se cumplía un año de su siembra. Posteriormente fueron sembrados en canales con sedimento en el exterior. Se obtuvieron supervivencias del 10-20% al año en numerosos de los recipientes mostrando una elevada supervivencia y crecimientos aceptables hasta los 3-4 mm de longitud en un medio sin sedimento y con alimentación extra de algas. Estos resultados abrieron la puerta a nuevos sistemas de engorde basados en el crecimiento durante el primer año en condiciones más controladas y con alimentación suplementaria, para posteriormente ya pasar a sistemas de engorde pasivos en el exterior con sedimento del lago.

5.3.6. Histología y Microscopia electrónica

Uno de los recipientes de siembra del sistema anteriormente expuesto con ejemplares de *U. mancus* de Banyoles se alargó en el tiempo hasta los 550 días. En este recipiente (UMABNY01) se realizó un experimento donde periódicamente se extraían unos ejemplares para su estudio morfológico. Para ello se fijaron unos ejemplares para fotografía de escanning, y otros se fijaron para su estudio mediante cortes histológicos. Se extrajeron periódicamente ejemplares para su fijación, y aun así el recipiente se mantuvo en un 20% de supervivencia a los 500 días.

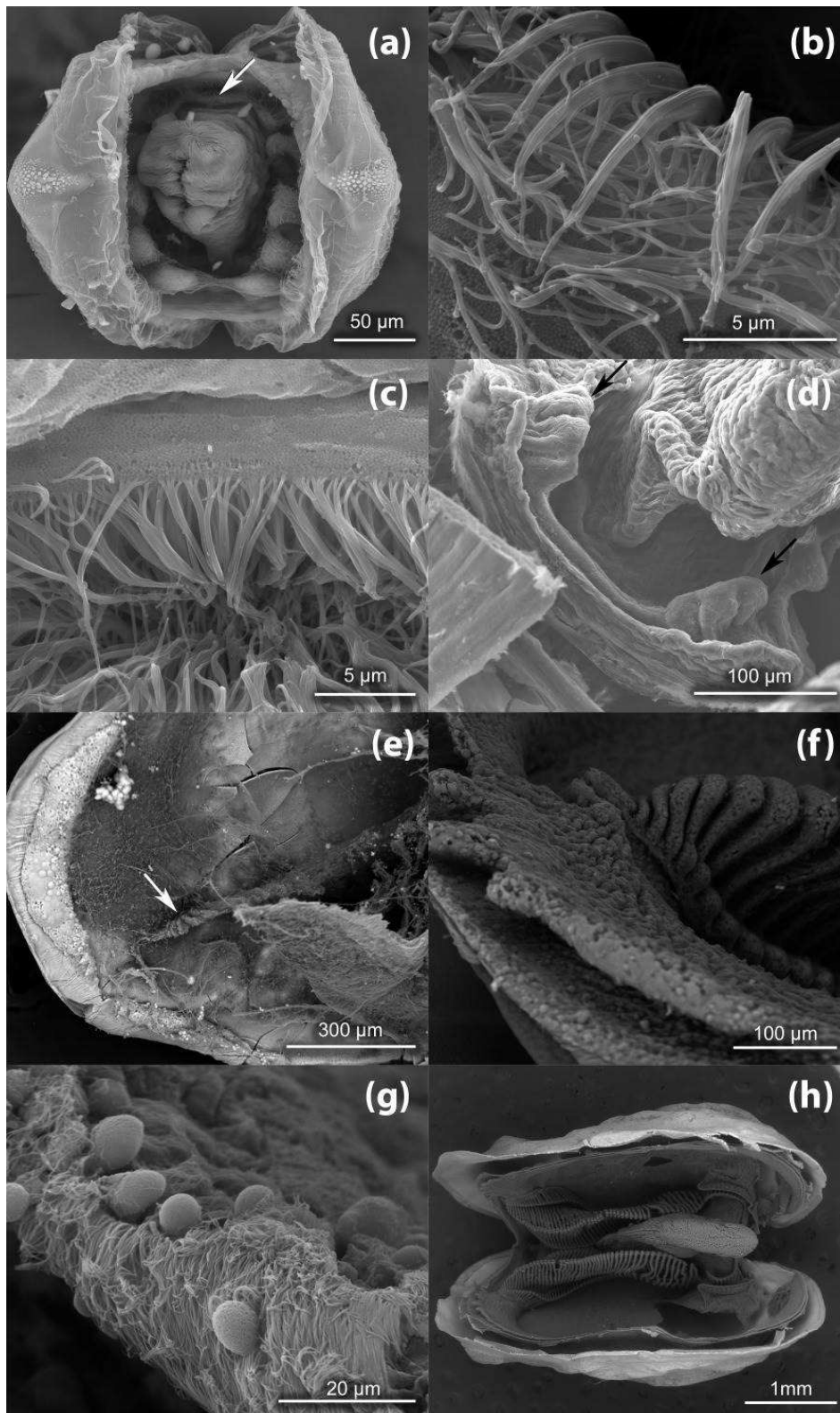


Figura 36. *Unio mancus*, scanning electron micrographs images of different ontogenetical stages. (a) Ventral view. See the big mouth (arrow) and the gill filaments and buds. Anterior part is up (0 days). (b) Cilia at the inner gill filaments. (c) Cilia at the mantle margin. (d) Labial palps in formation (arrows) (70 days). (e) Formation of the outer gill (arrow). Anterior part is to the right (180 days). (f) Exhalant siphon papillae and posterior inner and outer gill filaments (345 days). (g) Birth of the siphon papillae (345 days). (h) Ventral view. Anterior part is to the right (395 days)

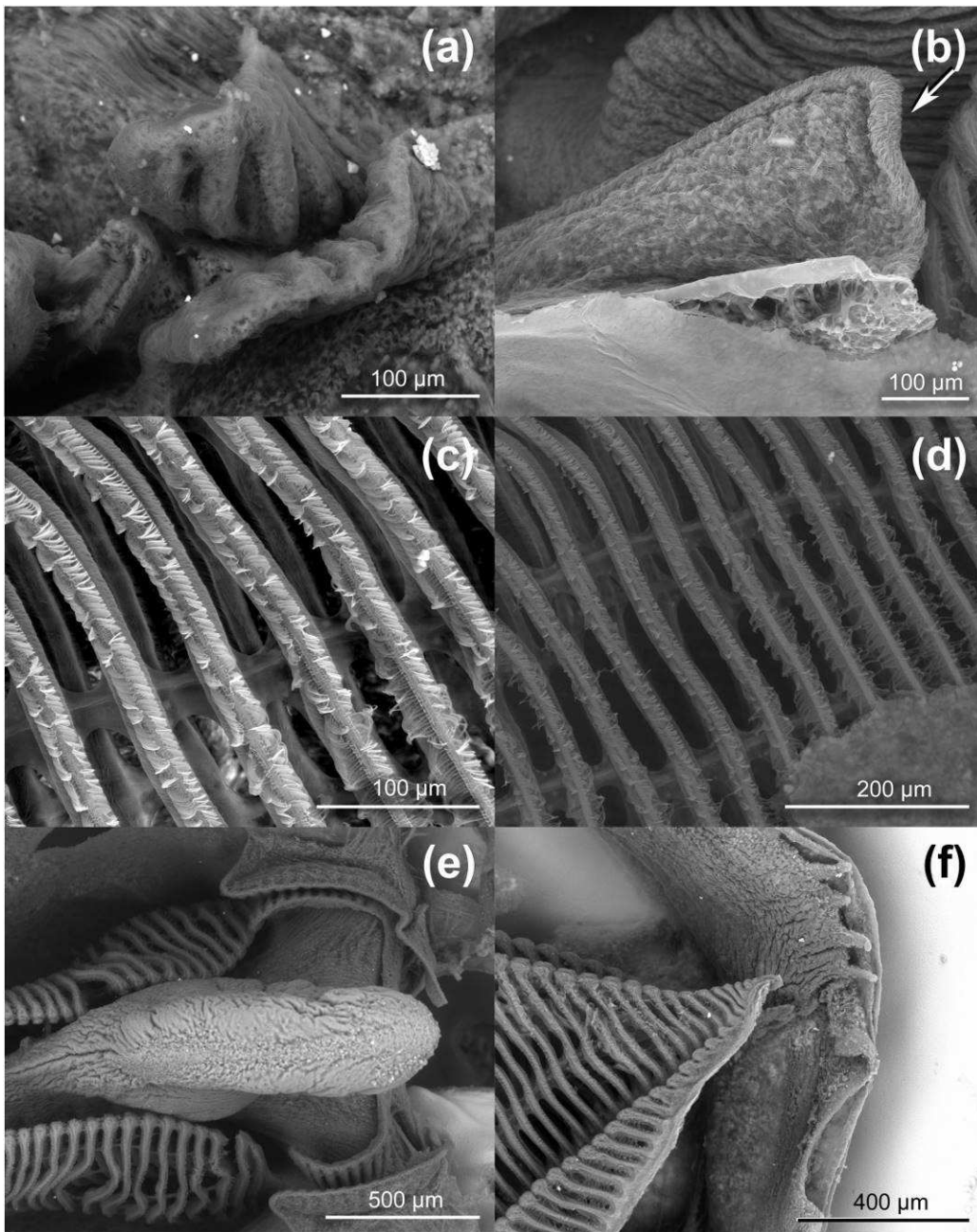


Figura 37. *Unio mancus*, scanning electron micrographs images of different ontogenetical stages. (a) Ciliated folds in the inner side of the labial palps (345 days). (b) Outer side of a labial palp. See the cilia at the margin (arrow). (c) Filaments in the inner gill. See the connections between filaments (395 days). (d) Filaments in the inner gill. See the connections between filaments (395 days). (e) Foot, inner gills and labial palps. Anterior part is to the right (395 days). (f) Exhalant (above) and inhalant siphons (395 days).

La idea del trabajo era ver cuando ocurre el cambio entre la alimentación pedal y la filtradora, es decir cuando están ya perfectamente formadas las branquias, aparecen los palpos labiales y se doblan los filamentos de la branquia interna. Se pretendía relacionar este cambio en la alimentación con periodos críticos de supervivencia en juveniles criados en cautividad.

Para el estudio en el microscopio electrónico se fijaron las muestras con Glutaaldeído. Para el estudio de las estructuras internas mediante cortes histológicos las muestras se fijaron en Bouin. Los resultados del presente trabajo han sido publicados en el siguiente artículo:



En el artículo aparecen algunas de las imágenes tomadas de los *Unio mancus* criados a partir de gloquidios del Lago de Banyoles.

5.3.7. Resultados 2016.

En 2016 la semilla producida se sembró en proporciones similares, un 43% en piscinas, las que han dado mejores resultados, un 30% en canales en batería, y un 27% en experimentos. La producción total en 2016 fue de récord con 240.000 juveniles.

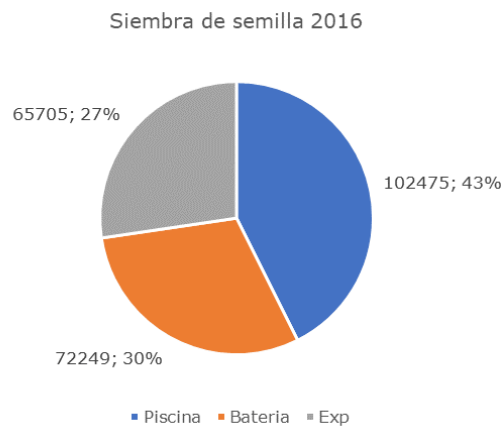


Figura 38. Lugares de siembra de semilla producida en 2016 resumidas por tipo de siembra (Canal, piscinas y experimentos).

En piscina se sembró de la población de Banyoles de *U. mancus* y *U. ravoisieri*. En canales se sembraron del Brugent, el Fluvià y Llémèna y el resto fue a experimentos.

Unos 3287 se dedicaron a recipientes con malla de 200 micras en el fondo dentro de acuarios, el sistema que funcionó tan bien en 2015. Estos eran alimentados con suplemento de algas.

Para 2016 se hizo una inversión en 4 nuevos canales donde se introdujeron recipientes de PVC con malla de 200 micras en el fondo. Este sistema permitió albergar 45.884 juveniles con los que se realizaron ensayos de alimentación, especialmente con algas marinas Easy Reef (Can-Algas).

Se realizó también una prueba con dos sedimentos distintos en un canal interior con agua del lago recirculada, pero estos 16534 sembrados no dieron buenos resultados y se murieron en su totalidad (Can- Sedim.).

	<i>UMA</i>	<i>UMA</i>	<i>UMA</i>	<i>UMA</i>	<i>URA</i>	<i>AAN</i>	<i>Total</i>
Lugar siembra	BNY	BRU	FLU	LLE	BNY	BNY	
Piscina	52880				49595		102475
Bateria		6176	16158	49915			72249
L2-Recip. En acuarios		1746	1525			16	3287
CAN-Algas	5402	6955	9449	19053	5025		45884
CAN-Sedim		14858			1676		16534
Total	58282	29735	27132	68968	56296	16	240429

Tabla 13. Total de juveniles semilla producidos y lugar de siembra según la cuenca y especie.

Como curiosidad en 2016 se criaron por primera vez juveniles de *Anodonta anatina* en Banyoles de forma circunstancial, y con una producción mínima de 16 ejemplares por la mezcla de gloquidios de *Unio mancus* con *A. anatina*. La supervivencia de estos 16 ejemplares fue espectacular obteniendo entre 6 y 8 ejemplares de 1.5 años de edad en 2017.

Los resultados de supervivencia del 2016 han sido extraordinariamente malos, sorprendiendo especialmente el resultado en piscinas. La supervivencia fue del 0 % en una y del 0.01% en la otra, indicando que algún problema con el sedimento de las piscinas se ha producido en 2016. Se ha especulado con la presencia de planarias depredadoras de juveniles de semilla en el sedimento después de la acumulación de materia orgánica, hojarasca y la proliferación de plancton en la piscina por la maduración del sistema. Las planarias pueden alimentarse de pequeños ostrácodos o cladóceros del plancton y también de juveniles de náyade en sus primeras fases. Otro problema es una elevada densidad de juveniles de dos

años sembrados en 2014 en la misma piscina que provocarían un resultado de inhibición del crecimiento por la presencia de ejemplares de mayor tamaño en el mismo sedimento. Como si hubiera un efecto de competencia interespecífica. El caso es que los resultados fueron realmente negativos.

Las siembras directas de semilla en canal tampoco resultaron satisfactorias, lo que indica que no hay supervivencias de color azul en la figura (correspondientes a los 160 días). Los resultados de supervivencia obtenidos en el gráfico adjunto a este capítulo corresponden en realidad a aquellos juveniles engordados en experimentos en canales interiores en recipientes y alimentación suplementaria que han sido resemebrados en los canales exteriores con sedimento a los 6 meses (180 días) y donde han obtenido unas supervivencias entre el 0.1 y el 2% a los 365 días y entre 0.1-1.6% a los 500 días.

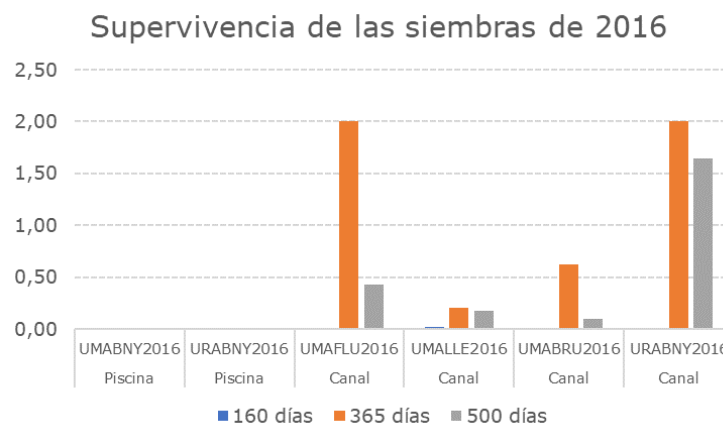


Figura 39. Supervivencia de los juveniles sembrados como semilla en piscina y canales. También se incluyen juveniles criados en recipientes interiores en canales que han sido sembrados en el exterior una vez finalizado el experimento.

5.3.8. Experimentos en recipientes en acuarios de 2016

Los resultados del seguimiento de los experimentos de 2016 han sido parcialmente recogidos en un trabajo final de master (Barreiros, 2016).

Diseño del sistema de canales para el mantenimiento de los individuos juveniles

Se ha diseñado un sistema de cuatro canales con dimensiones: 2,41 x 0,5 x 0,185m, así los canales son llenados con 200l de agua del lago de Banyoles directamente sin filtrar. Dentro de cada uno de los canales hay capacidad para 16 recipientes cilíndricos de PVC ($\varnothing = 20$ cm) que tienen una malla de 200 μ m en uno

de los extremos para retener los juveniles una vez sean sembrados. Los cilindros cuando se introducen en el canal contienen un volumen total de 4,27 l de agua. La renovación total del agua se produce gracias a la colocación de una bomba, ésta hace fluir el agua a 276,98 l/h y se activa automáticamente durante 1h cada 2 días, además diariamente se realizan movimientos ascendentes y descendentes de manera manual. La entrada de agua se realiza por uno de los extremos mientras que la salida se realiza por el extremo contrario, también existe un sistema de recirculación constante entre los cuatro canales. Decir que la entrada del agua inicialmente era de manera sumergida, pero tras tomar datos sobre diferentes parámetros físico-químicos con un analizador de agua (PCE-PHD 1), se optó por modificarla y hacer que el agua cayera sobre la superficie, de este modo se consiguió mejorar las condiciones de O₂ (mg/l) disuelto, nuestros valores de referencia han sido las condiciones observadas en los tanques de la experiencia de 2015, cabe destacar que estas condiciones no difieren para los cuatro canales, tanto dentro como fuera de los recipientes cilíndricos.

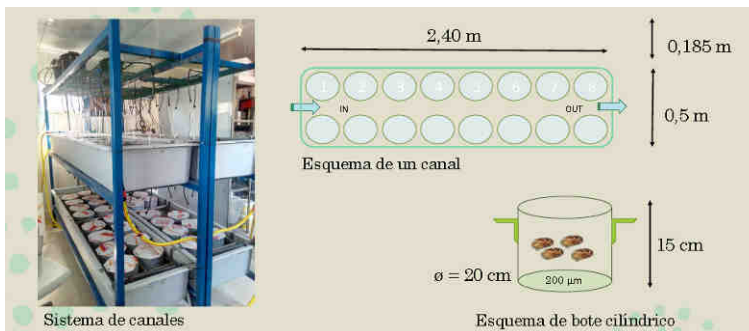


Figura 40. Sistema de recipientes en canales. Cada recipiente mantiene algunos centenares de semilla de juvenil de náyade.

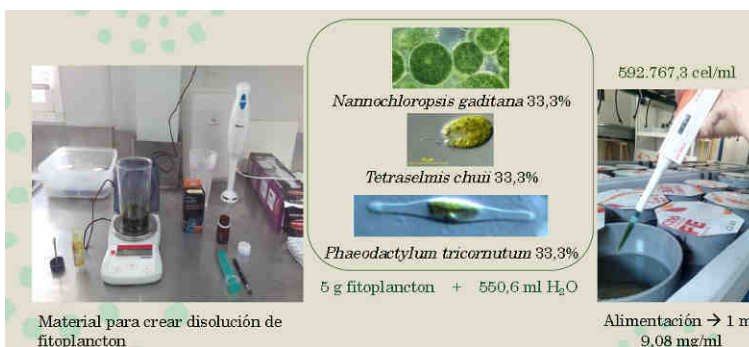


Figura 41. Alimentación del sistema con algas marinas.

La alimentación escogida ha sido con microalgas disponibles comercialmente, ya que se han visto resultados exitosos en otros estudios de cría de náyades (Eybe et al., 2013). El fitoplancton es de origen marino liofilizado Easy Reefs®, cuya composición es: 33,3% de *Nannochloropsis gaditana* (250.000 cel/ml), 33,3% de *Tetraselmis chuii* (50.000 cel/ml) y 33,3% de *Phaeodactylum tricornutum* (250.000

cel/ml) su perfil nutricional consta de 37% proteínas, 20% lípidos y 22% carbohidratos, luego contiene vitaminas, ácidos grasos y amino ácidos.

Para la preparación del alimento se añade 5 mg del producto en 550,6 ml de agua y se mezcla bien con una batidora (Fig. 3, B). La dosis empleada será de 1 ml por cada cilindro, por lo que se introducen 9,08 mg/ml de fitoplancton cada dos días.

Proceso de siembra y mantenimiento de juveniles (% supervivencia y crecimiento)

El número de individuos juveniles por cada cilindro, tanto de U. mancus como de U. ravoisieri oscila de 500 a 1000, y se han obtenido del resultado de 29 infestaciones diferentes realizadas desde el 25/04/2016 al 01/07/2016 (54 cilindros con UMA y 8 con URA), por tanto los juveniles no han sido todos incluidos en el sistema de engorde en el mismo momento ni en las mismas condiciones.

Las revisiones del contenido de los cilindros se han realizado a los 10 - 20 días, en total cada uno de los cilindros se ha revisado 3 o 4 veces. No se han realizado de manera estandariza por lo que los periodos de tiempo no son comparables, nuestro objetivo no es tratar a cada bote como réplicas exactas, sino simplemente mostrar el comportamiento observado en el sistema de canales.

Los resultados obtenidos han permitido obtener una supervivencia de entre el 2 y el 10 % a los 130 días. Los mejores resultados se han obtenido en el Canal D con ejemplares de Banyoles que mantenían un 36% de supervivencia a los 80 días. De las 62 muestras hemos apreciado en cuatro de ellas un fenómeno de muerte repentina, debido a la presencia de micelios de hongo. En contra posición, decir que analizando cada cilindro por separado se ha visto que en el 20,69% de las muestras, entre el 20-58,5% de los individuos han conseguido sobrevivir una vez alcanzados los 80 días de vida libre.

	0-16 días	20-45 días	75-80 días	120-130 días
Canal A	68.6	30.6	10.5	2.15
Canal B	70	16.5	8.9	8.4
Canal C	62.5	27.8	8.16	
Canal D	63.6	45.5	36.0	

Tabla 14. Supervivencia media de los juveniles por recipiente en cada uno de los cuatro canales. En el canal A se sembraron juveniles del Liémena, en el B del Fluvià, en el C del Brugent y en el D de Banyoles.

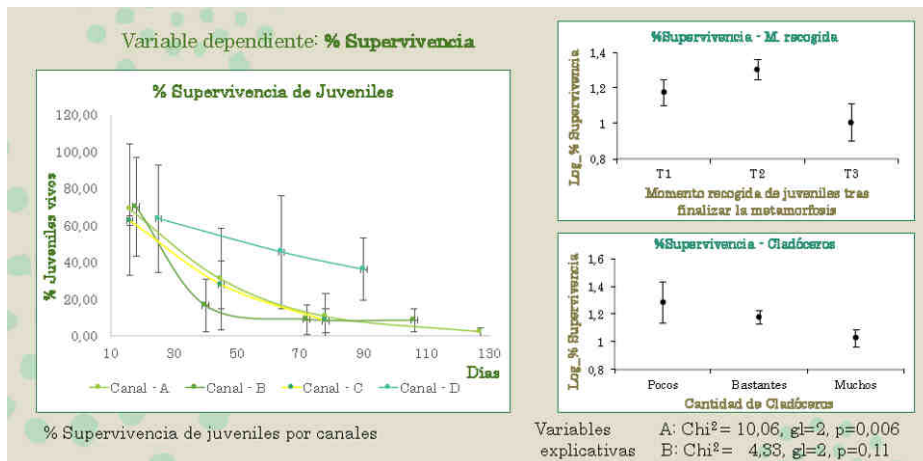


Figura 42. Porcentaje de supervivencia resumido por los 4 canales a los 130 días. A la derecha se indican el % de supervivencia en función de si la semilla sembrada estaba recogida al inicio del periodo de caída (T1), en el máximo (T2) o al final (T3) de una infestación. También se indica la supervivencia en función de la presencia de cladóceros en las muestras.

La otra variable explicativa que muestra alta significancia es el momento en el que los individuos finalizan la metamorfosis (Chi²= 10,06, gl=2, p=0,006). En la figura se muestra como los individuos recogidos en el momento en el que la mayoría de ellos finaliza la metamorfosis (momento t2) presentan mayor %supervivencia, seguidos de los individuos que pasan menos tiempo parasitando al pez hospedador (T1). Por otro lado, el análisis también nos muestra como la presencia en abundancia de individuos del suborden Cladóceros tiene un efecto negativo (Chi²= 4,33, gl=2, p=0,11) seguramente pro competencia por las algas.

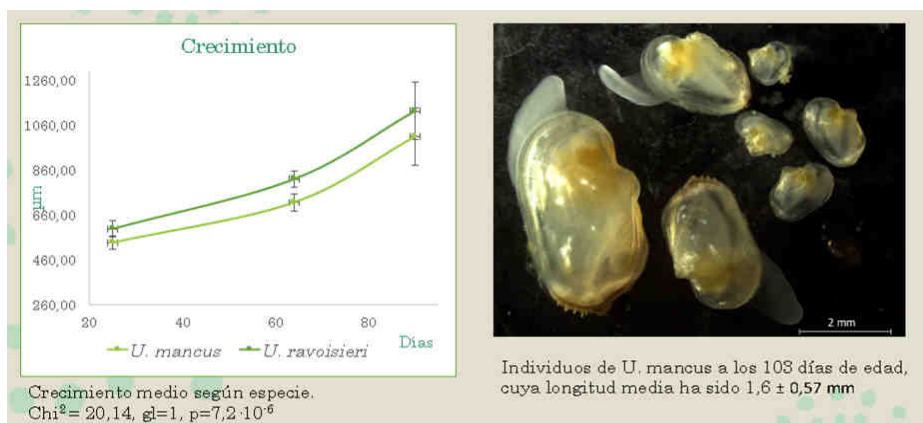


Figura 43. Crecimiento comparativo entre *U. mancus* y *U. ravoisieri* a los 80 días. A la derecha se indican una imagen de juveniles engordados en este sistema.

En cuanto a la talla media de las náyades juveniles se aprecia que inicialmente ambas especies tienen una longitud de 260,5 ± 12,12 µm, por lo que no difieren mucho unas de las otra en el momento en el que se desprenden del hospedador, en cambio según van creciendo hemos visto en nuestras condiciones de laboratorio,

que las diferencias van aumentando con el tiempo. Con el análisis MLG se ha encontrado una diferencia significativa respecto a las dos especies de estudio, apreciándose una mayor longitud en *U. ravoisieri* que en *U. mancus* ($\text{Chi}^2 = 20,14$; $\text{gl} = 1$ y $p = 7,2-6$).

5.3.9. Seguimiento de las siembras de 2017

Una parte importante de los juveniles en forma de semilla criados en cautividad en 2017 se ha dedicado a repoblar directamente el medio ambiente (65%). Solo una parte pequeña se ha utilizado para la realización de algún nuevo experimento (26%) y siembras en el exterior en piscinas con sedimento (9%).

Resumen de la siembra de semilla en 2017

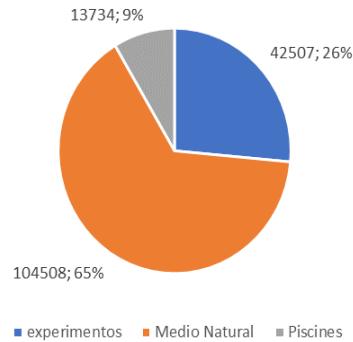


Figura 44. Total de juveniles producidos en 2017 y localización de las siembras según se han soltado al medio natural, se han sembrado en piscinas o se han mantenido en experimentos en recipientes en el interior del laboratorio.

En 2017 se han producido 160.749 juvenil en forma de semilla, un poco menos que 2015 y 2016 al reducir el periodo de reproducción para dedicarlo al engorde y preparación de los juveniles para las repoblaciones. Solo se han utilizado en experimentos ejemplares del lago de Banyoles de *U. mancus* y *U. ravoisieri*, porque del resto de poblaciones se han dedicado a la repoblación del medio natural.

Localización siembras	UMA	UMA	UMA	UMA	URA	Total
	BNY	BRU	FLU	LLE	BNY	
Piscinas	2279	0	0	0	11455	13.734
EXP-CAN	23512	0	0	0	8804	32.316
EXP-Recipientes	3699					3.699
EXP-Recipientes L2	0	0	0	0	6492	6.492
Medio Natural	18791	42420	29471	13826	0	104.508
Total	48.281	42.420	29.471	13.826	26.751	160.749

Tabla 15. Total de juveniles producidos en 2017 y localización de las siembras. EXP son experimentos en Recipientes en canales, en recipientes en acuarios (L2) y en recipientes de cristal.

No se dispone de datos suficientemente relevantes para analizar la supervivencia de la siembra de 2017 en piscinas en el laboratorio. Hasta 2018 no se dispondrá de estos resultados. Si que se pueden presentar los datos de los experimentos.

5.3.10. Experimento de alimentación en recipientes en canales de 2017.

Se ha utilizado el mismo sistema de recipientes en canales de 2016. Se disponía por tanto de 64 recipientes, divididos en 4 canales con recirculación de agua.

En los recipientes se han aplicado tres sistemas de alimentación distribuidos aleatoriamente en los recipientes dentro de los canales. En total se han sembrado 27.345 juveniles en 64 recipientes y los tres tipos de alimentación eran:

1. Detritus de microalgas (40 ml)
2. Microalgas Easy Reef (1 ml).
3. Microalgas Easy Reef (1 ml) con detritus de hojarasca (20 ml).

Tipus alimentació	Núm. Replicas	SUPERVIVENCIA (%)				N juveniles
		Promedio	Std	Min.	Máx.	
Detritus microalgas (40 ml)	14	1,3	3,4	0,0	11,8	45
Microalgas (1 ml)	26	80,0	11,5	54,5	99,7	4.090
Microalgas (1 ml)+Detritus Hojas(20 ml)	24	67,1	20,2	5,9	81,1	3.793
TOTAL	64	49,4	37,4	0,0	99,7	7.928
Tipus alimentació	N juveniles incubación	TAMAÑO (µm)				
		Promedio	Std	Mín.	Máx.	
Detritus microalgas (40 ml)	5.629	1.416	459	986	2.127	
Microalgas (1 ml)	10.734	1.997	369	1.518	2.856	
Microalgas (1 ml) + Detritus Hojas (20 ml)	10.982	2.114	540	1.546	3.337	
TOTAL	27.345	1.928	519	986	3.337	

Tabla 16. Resultados del experimento de alimentación en recipientes en canales en 2017 a los 100 días de inicio.

Los resultados permiten reafirmar que el mejor sistema de alimentación son las microalgas marinas easy reef, del tratamiento 2 con el que se ha obtenido un promedio del 80 % de supervivencia y un tamaño de hasta 1.9 mm de longitud. Los resultados añadiendo detritus de hojarasca han dado unos tamaños ligeramente superiores (2,1 mm), aunque no significativamente, y una supervivencia bastante

buena del 67.1%. El detritus de microalgas ha resultado perjudicial para la supervivencia de las náyades y solo un 1.3 % han sobrevivido con crecimientos muy reducidos hasta los 1.4 mm de promedio.

Una vez conseguidos los 100 días de supervivencia los ejemplares han sido sembrados en piscinas y canales exteriores del laboratorio para su engorde en condiciones seminaturales. Los resultados de estas siembras van a servir para dar continuidad al Plan Post -Life y también han servido para ajustar las dosis de alimentación con algas.

5.3.11. Experimento de alimentación en recipientes en acuarios de 2017.

Se ha utilizado en este caso el mismo procedimiento de recipientes de PVC con malla de 200 micras en el fondo introducidos en un acuario de 40 litros y alimentado con algas marinas liofilizadas de la marca Easy Reef cada dos días. Es el mismo sistema utilizado para el experimento del apartado 5.3.5.

Se han sembrado 19 recipientes, repartidos en 5 acuarios, con un total de 11.229 juveniles semilla de náyade. A los 110 días habían crecido hasta los 2.2 mm de longitud de promedio y con una supervivencia media del 49.48 % conservándose todavía 6.560 ejemplares vivos. Al final del proceso estos ejemplares han sido sembrados en canales en batería en el exterior del laboratorio con sedimento del lago.



Figura 45. Supervivencia a los 110 días de los 19 recipientes diferentes con semilla de náyade sembrados en recipientes en acuarios en 2017. La especie utilizada en este caso era *U. ravoisieri* de Banyoles.

6.- REPOBLACIONES

El objetivo ha sido la creación de 2 a 4 nuevas localidades en cada cuenca fluvial a partir de ejemplares criados en cautividad o translocaciones. Se ha desarrollado el protocolo de repoblación tal como estaba previsto con algunos cambios que van a ser detallados.

Los sistemas de repoblación utilizados descritos en el protocolo de repoblación han sido:

- Repoblación con juveniles producidos en el laboratorio y engordados en las instalaciones
- Repoblación con semilla de náyade producida en laboratorio
- Repoblación a partir de translocaciones de ejemplares naturales del medio natural, adultos o ejemplares juveniles, de localidades bien consolidadas
- Repoblación con peces infestados con gloquidios.

6.1. REPOBLACIONES

Se ha repoblado el medio natural con 4504 ejemplares juveniles de náyade criados en cautividad en el laboratorio de Banyoles. La mayor cantidad se ha utilizado para los ríos Brugent (850 juveniles) y Fluvià (2245 juv.) que tenían poblaciones reducidas y muy localizadas en su distribución.

	UMA FLUVIÀ	UMA BANYOLES	UMA TER	UMA BRUGENT	UMA LLÈMENA	UMA XUNCLA	URA SER	URA BANYOLES	TOTAL
CRÍA	2245	385	231	850	270		6	517	4504
TRANSLOC.		348	51	102	100		146		747
SEMILLA	29471	16777	2935	42420	10891	2007			104501
PECES INF.*	2928	276	564	983			15	91	4857

Tabla 17. Número de náyades utilizadas en las repoblaciones de los ríos del proyecto LIFE Potamo Fauna separadas por cuenca de recepción de los ejemplares y su origen dependiendo si son ejemplares criados en cautividad, ejemplares salvajes translocados, semilla juvenil de náyade recién obtenida en el laboratorio de cría y número de peces infestados soltados.

Vistas las buenas poblaciones de náyade detectadas en los trabajos de seguimiento en los ríos Llèmena y Ser en estas localidades se han utilizado ejemplares de náyades adultas del medio natural que han sido translocadas a otras localidades. También se han repoblado con náyades adultas translocadas en el lago de Banyoles, el río Ter y el Brugent. Se han translocado 747 ejemplares de náyade adultas.

Se ha repoblado también con semilla, juveniles de náyade de 250 micras de tamaño, justo recogidas del laboratorio de cría de náyades. Se han sembrado 104501 juveniles en la naturaleza en 2017.

Otro sistema de repoblación ha sido el de la suelta de peces infestados con gloquidios de náyade. Se han soltado 4857 peces en 20 localidades.

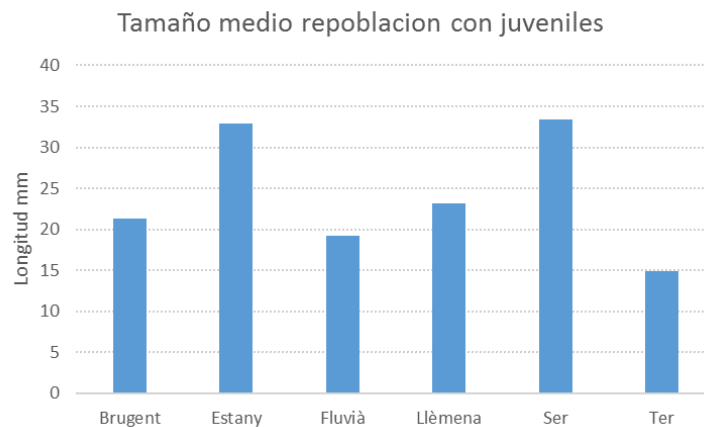


Figura 46. Tamaño medio de los juveniles de náyade utilizados para repoblar cada una de las cuencas fluviales donde se aprecian diferencias importantes.

Los tamaños de los ejemplares utilizados en la repoblación han sido menores a los previstos en el plan de repoblación. Para evitar la depredación por carpa y cangrejo rojo americano la previsión era liberar ejemplares de más de 3 cm. de longitud. Esto solo se ha cumplido en las repoblaciones del lago de Banyoles (Estany) y del río Ser, porque en el caso de Banyoles se usaron ejemplares en reserva en el laboratorio de cría, criados en 2012 y 2013, y los ejemplares del río Ser nacieron en 2014 y crecieron satisfactoriamente. Las dificultades del laboratorio para engordar a los ejemplares juveniles han provocado un tamaño menor del esperado en los ejemplares criados. Hubiera sido preferible liberar los ejemplares un año más tarde, pero la finalización del proyecto hizo revisar estos objetivos. Especialmente pequeños fueron los ejemplares soltados en el río Fluvià y Ter, menores a los 2 cm, aunque esto fue compensado por una mayor cantidad de ejemplares repoblados de los previstos inicialmente.

Loc.	Total Cr	Total Ad	Tot Peces	Suelta recién nacidos 2017	Tipología Nueva/refuerzo
Banyoles URA					
1 Cap de Bou	58				Nueva
2 La Cuaranya	147				Refuerzo
3 Riera de Lió					-
4 Caseta de Fusta (Interior)	160				Refuerzo
5 La Draga	152		91		Refuerzo
Banyoles UMA					
6 Riera d'en Morgat (Pont Margarit)	28	122			Refuerzo
7 Pesquera Marimon	232	75		2473	Nueva
8 Cap de Bou est	103	73	276		Nueva
9 Rec de la Figuera d'en Xo	22	78			Refuerzo
10 Rec de Guèmol				2787	Refuerzo*
10a Rec Font del Ferro				2787	Nueva*
10b Rec Teixidor (Cal General)				2586	Refuerzo*
10c Rec Major (Límit)				6144	Refuerzo*
Riera Xuncla UMA					
11 Resclosa Molí d'en Tomàs				1004	Nueva*
12 Salt del Timbarro				1003	Nueva*
Brugent UMA					
13 Resclosa Pla Font Fàbregues	225	51	182	30710	Refuerzo
14 Resclosa Vernatallada	200			2398	Refuerzo
15 Les Planelles	225	51			Nueva
16 Gorgs Les Planes Hostoles	200		100	9312	Nueva
16b Hostal del Fang			551		Nueva*
16c Amer			150		Nueva*
Llémena UMA					
17 Sant Esteve, pont (LL-13)					-
18 Canal camps de la Planta (LL-12)	135	50			Nueva
19 Puente romanico (LL-09)	135	50		4048	Refuerzo
20 Sant Martí (LL-03)				2937	Nueva*
21 Pont sobre carretera a Sant Martí				3906	Nueva*
Fluvià UMA					
22 Canal Resclosa Besalú (FL-08)	450			3821	Refuerzo
23 Resclosa fàbrica St Jaume (FL-13)	300				Nueva
23a Passallís Can Coma, St Jaume			231		Nueva*
23b Passallís Can Canet St Jaume			245		Nueva*
23c Arguelaguer			200		Nueva*
23d Horts de Besalú			499		Nueva*
23e Resclosa de Besalú			429		Nueva*
23f Canal Can Casabó				6395	Nueva*
24 Riera de Maià (FL-22)	150			130	Nueva
25 Vilert passallís (FL-01)			874		Nueva*
Ser-Fluvià URA					
26 Riu Ser Granja de Can Jofre	1	100			Nueva
26a Riu Ser Quintans de Can Jofre	5	46			Nueva
26b Més amunt de Can Illa.			15		Refuerzo*
Z. Volcànica UMA					
27 Rec del Revell	400		150	6395	Nueva
28 Molí del Collell (FL-14)	300				Refuerzo
29 Passallís Tussols (FL-15)	250			6395	Refuerzo

Loc.	Total Cr	Total Ad	Tot Peces	Suelta recién nacidos 2017	Tipología Nueva/refuerzo
30 Caseta de pescadors	395				Refuerzo
30a Les Tries			150	6335	Nueva*
Baix Ter UMA					
31 Canal resclosa d'en Joga (TE-03)	116	51		2935	Nueva
32 PontMajor			200		Nueva*
33 Pont de l'aigua			91		Nueva*
33a Pla dels Socs			190		Nueva*
33b Pas de'n Prats			83		Nueva*
34 Rec desaigüe Canal Compte La Farga	115				Nueva
TOTAL	4504	747	4707	104501	

Tabla 18. Listado total de localidades objeto de repoblaciones separadas por especie y por cuenca fluvial o SCI de la red Natura 2000. Uma es *U. mancus* y URA: *U. ravoisieri*. Se indica el total de juveniles repoblados procedentes de cría (CR) o de translocaciones de adultos (AD), el total de peces infestados soltados en cada localidad y los juveniles semilla criados en 2017 y utilizados para repoblar con tamaños de 250 micras. La última columna indica cuando una localidad es una nueva localidad con náyades o es un refuerzo porque ya había una población reducida de náyades anteriormente a la repoblación. Con * se indican aquellas donde solo se ha utilizado semilla o peces infestados, un sistema menos eficiente que la repoblación directa con juveniles, y que se traduce en el resumen de la tabla 18.

SCI	SP	LOCALIDADES	NUEVAS	REFUERZO	SOLO SEMILLA O PECES
LAGO BANYOLES	UMA	4	1	3	0
LAGO BANYOLES	URA	8	3	5	4
XUNCLA RIUDELLEQUES	UMA	2	2	0	2
BRUGENT	UMA	6	4	2	2
LLÉMENA	UMA	4	1	3	2
FLUVIÀ	UMA	10	9	1	7
SER (CUENCA FLUVIÀ)	URA	3	2	1	1
PNZV GARROTXA (FLUVIÀ)	UMA	5	2	3	1
BAIX TER	UMA	6	6	0	4
TOTAL		48	30	18	23

Tabla 19. Número total de localidades objeto de repoblamiento de náyades en los distintos espacios naturales (SCI) de la Red Natura 2000 del proyecto, donde se indica cuantas de estas localidades de repoblación son nuevas localidades donde no había náyades y cuantas son refuerzos de localidades con baja densidad de náyades. Las localidades donde solo se han utilizado peces infestados o semilla de juvenil del 2017 también son indicadas. Para la ver la relación se puede consultar la tabla siguiente.

Las repoblaciones se han realizado en 48 localidades en los 7 SCI de la red Natura 2000 del proyecto, cubriendo los mínimos establecidos como objetivo en el proyecto, el de crear de 2 a 4 nuevas localidades. De estas 48 localidades, en 30 no había náyades, por lo que corresponden a nuevas localidades para la especie en la cuenca fluvial representando un aumento real directo de su distribución. Se han creado un mínimo de 2 nuevas localidades en todos los SCI menos en el lago de Banyoles y en el río Llémena. En otras 18 localidades la repoblación ha tenido como objetivo reforzar la población existente, normalmente localidades con una baja densidad de ejemplares o con una distribución muy aislada.

En 23 de estas 48 localidades la repoblación se ha hecho en base a la suelta de semilla, náyades juveniles de pequeño tamaño, y de peces infestados con gloquidios de náyade. Esto hace que el establecimiento de una población en estas localidades sea más complicado y más difícil de detectar a largo plazo, puesto que no habrá ejemplares de tamaño grande (3-4cm.) hasta dentro de 2 o 3 años, ni reproducción hasta los 4 o 5.

Solo se ha creado una nueva localidad en el lago de Banyoles para *Unio ravoisieri*, porque ya existían 3 otras localidades con muy pocos ejemplares con un riesgo potencial muy elevado de desaparecer. El refuerzo de estas tres localidades en el lago consolida la especie en el lago de Banyoles donde se ha seguido una estrategia de crear pocos núcleos estables con elevada densidad de ejemplares para favorecer su reproducción y su seguimiento. De manera que se han dedicado esfuerzos para reforzar estas localidades que además son las que ofrecen más garantías de refugio contra los depredadores, con condiciones de refugio con piedras, profundidad elevada y escasa presencia de fochas y carpas. Crear una nueva localidad en el lago no garantizada disponer de un hábitat con el refugio suficientemente adecuado.

La creación de nuevas localidades en el río Llémena se ha visto afectada por la sequía que ha demostrado que crear nuevas localidades donde no había náyades no tenía sentido si justamente estas localidades eran las que se quedaban secas en verano.

En los anexos se pueden ver detalles de la época de suelta, cantidad y tipología de suelta (adultos, criados, semilla, peces...) y localidad, como el resumen de la tabla que se adjunta. La selección de las localidades se ha realizado según el protocolo de repoblación, detectándose los siguientes problemas:

1. **Presencia abundante de cangrejo rojo americano en el lugar de repoblación.** El cangrejo rojo americano ha resultado ser un gran depredador de náyades, siendo capaces de alimentarse de una náyade de hasta 2.5 cm. de longitud. La sequía que ha afectado las cuencas internas de Catalunya en 2017 ha facilitado la proliferación de esta especie en convertir algunos tramos de ríos y arroyos en zonas de corriente lenta y con pozas. Por ejemplo, en el SCI Riera de Xunclà y Riudelleques no se han liberado juveniles de náyade por la abundancia de estos depredadores que hacia la suelta de ejemplares una acción técnicamente poco viable en el mes de setiembre de 2017. Aun así, se han soltado algunos miles de náyades en

forma de semilla en mayo de 2017 cuando había más agua en el río y el problema de los cangrejos no había sido detectado.

2. **Sequía.** La sequía de 2017 ha afectado negativamente a algunas de las zonas de repoblación. Se han cambiado dos localidades previstas de suelta de náyades en el río Llémena porque al ir a repoblar en verano de 2017, el tramo estaba prácticamente seco. Lo mismo ha sucedido en algún tramo de afluentes del río Fluvià (Riera de Maià) o en unas acequias de Olot (SCI PNZV Garrotxa) donde estaba prevista la suelta de náyades y que durante el 2017 estaban completamente sin agua.

La mayoría de las repoblaciones se han realizado entre agosto y septiembre de 2017 (ver tabla en anexos). En primavera de 2016 (abril-junio) y verano de 2016 (agosto -septiembre) se realizaron las primeras repoblaciones (ver protocolo de repoblación). En la primera repoblación se actuó principalmente en el lago de Banyoles utilizando ejemplares criados en cautividad en un anterior proyecto LIFE (LIFE Estany 2010-2013), y que se mantenían como reserva en el laboratorio de cría. El resto de repoblaciones realizadas en 2016 fueron translocaciones de ejemplares adultos extraídos de tramos de río con buena densidad de población y soltados en nuevas localidades. Se realizaron translocaciones porque aún no se disponía de ejemplares criados con tamaño adecuado para su suelta (mayor a 3 cm.). Antes de la repoblación de 2017, se llevó a cabo una revisión completa de estas repoblaciones de 2016 para valorar técnicamente la idoneidad de su continuidad.

6.2 REVISIÓN DE LAS REPOBLACIONES

La revisión de las repoblaciones se ha realizado entre el junio y septiembre de 2017, en junio se revisaron parte de las poblaciones del lago y en septiembre el resto. A partir del número de ejemplares recuperados se establece el % de recuperación de las repoblaciones de 2016 que se ha situado entre el 14 y el 46 %. Para las repoblaciones de 2013 hay más variabilidad entre el 2 y el 53 %. Los porcentajes superiores al 20 % se han considerado correctos, considerando las dificultades de muestreo (siempre hay una subestimación de la población real), y la dinámica de las poblaciones de náyades muy vulnerables a crecidas de los ríos, sequía o depredación por cangrejo, peces o aves acuáticas.

SCI	SP.	CURSO	AÑO REP	N LOC	NÚM. INI	TP	NÚM. REV	% REC	CREC (MM/DIA)
BANYOLES	UMA	Lago	2016	2	201	Cr/Ad	45	22	0,005-0,018
BANYOLES	UMA	Acequia	2016	1	78	Ad	46	59	0,01
BANYOLES	UMA	Arroyo	2016	1	150	Cr/Ad	33	22	0,001
BANYOLES	URA	Lago	2016	3	76	Cr	26	34,2	0,008-0,022
BRUGENT	UMA	Río	2016	2	102	Ad	30	29,4	0,0003-0,003
TER	UMA	Río	2016	1	51	Ad	14	27,4	0,0003
LLÉMENA	UMA	Río	2016	2	100	Ad	43	43	0,002
SER	URA	Río	2016	1	50	Ad	24	48	0,001
BANYOLES	UMA	Lago	2013	1	79	Cr	2	2,5	0,029
BANYOLES	UMA	Acequia	2013	2	180	Cr	53	29,4	0,004-0,024
BANYOLES	UMA	Arroyo	2013	2	108	Cr/Ad	13	12	0
BANYOLES	URA	Lago	2013	3	224	Cr	22	9,8	0,03-0,04

Tabla 20. Resumen de las revisiones de las repoblaciones de 2016 en el marco del proyecto LIFE Potamo Fauna y de las repoblaciones de 2013 en el proyecto LIFE Estany. Datos separados por espacio natural (SCI), especie de náyade (UMA y URA), tipología de curso de agua (Lago, acequia, arroyo o lago), año de repoblamiento, número de juveniles repoblados (Núm ini), tipología de los juveniles criados o adultos translocados (TP), el número de ejemplares detectados en la revisión de 2017 (Núm. Rev), el porcentaje de recuperación (% Rec) y el crecimiento de estos ejemplares marcados en mm/al día.

Para la localidad de Banyoles se han obtenido mejores resultados en las repoblaciones en acequias (29.4-59%) que en el lago (2,5-34,2) o que en los arroyos (12-22%). Las acequias presentan un ambiente más estable y con menos densidad de especies depredadoras que en el lago. En el lago de Banyoles algunas localidades han presentado una baja recuperación, inferior al 10%, a los 4 años y en posteriores repoblaciones se han buscado localizaciones que presenten áreas de refugio (piedras, vegetación, travertinos...) mejorando los resultados.

Las repoblaciones realizadas en el río Llémena y en el río Ser con ejemplares adultos son las que han dado mejor resultado y se han obtenido datos más elevados de recuperación al año siguiente (43-48% de los ejemplares repoblados)

Se han observado pocas diferencias en el % de recuperación entre las repoblaciones con ejemplares criados (22-34.2%) o con translocaciones con juveniles (30,5) y con adultos (27.4-59), aunque si que parece que cuando mayor tamaño tiene el ejemplar repoblado, mayor éxito de recuperación. Sí se han observado diferencias significativas en el crecimiento. Los mayores crecimientos se dan en los ejemplares criados, después en las translocaciones con juveniles de 4-5 cm. y los que crecen menos los adultos translocados. Este crecimiento mayor es normal puesto que las náyades presentan una curva de crecimiento exponencial

durante los 3 o 4 primeros años para luego estabilizar su crecimiento cuando son ya adultas con más de 5 años.

Las repoblaciones realizadas en 2016 han resultado ser positivas y permitieron continuar con la misma metodología en las repoblaciones del 2017, aplicando algunas de las conclusiones obtenidas en el análisis de las revisiones.

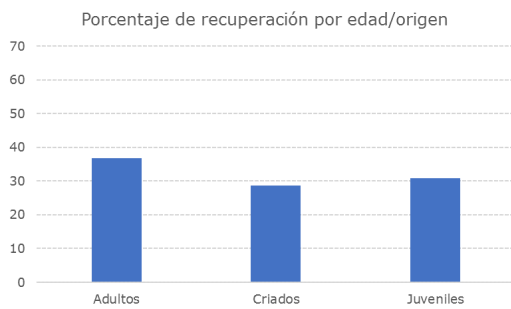


Figura 47. Porcentaje de recuperación de náyades al año de la repoblación según su origen.

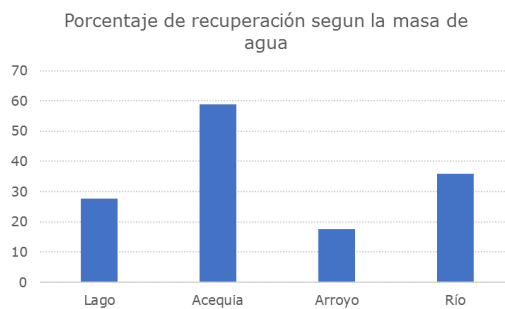


Figura 48. Porcentaje de recuperación de náyades al año de la repoblación según la tipología de la masa de agua.

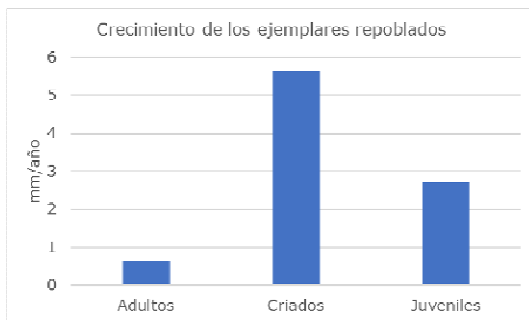


Figura 49. Crecimiento de los ejemplares repoblados al año en promedio de mm anuales según su origen.

6.3. REVISIÓN DEL ÉXITO DE LAS REPOBLACIONES DEL MEDIO NATURAL

Uno de los aspectos más complicados en valorar el éxito de una repoblación de náyades es poder demostrar que las actuaciones realizadas han comportado un aumento efectivo de la reproducción de las náyades y que se ha producido un reclutamiento natural. Nada que ver con la valoración de las repoblaciones del apartado anterior donde simplemente se comprueba cuantos de los ejemplares marcados repoblados se mantienen en una localidad al cabo de un determinado tiempo. La única forma de obtener datos de este tipo es en cursos de agua muy controlados, de fácil monitoreo y donde se conozca con detalle el estado inicial de las poblaciones antes de las actuaciones de repoblación. Tenemos la suerte que en las acequias de desagüe del lago de Banyoles se producen estos condicionantes. De manera que en tramos muy estudiados y donde la población inicial de náyades es conocida se puede valorar cuantitativamente el resultado de las actuaciones de repoblación efectuadas. En estos casos estamos hablando principalmente de las translocaciones de peces o la suelta de peces infestados, o la siembra directa de semilla de juvenil de náyade. A continuación, se resumen algunos de los resultados obtenidos en las acequias del lago a partir de repoblaciones efectuadas en dichos tramos con los sistemas descritos o simplemente por recuperación natural.

La acequia de Ca n'Hort tramo H2.

La acequia de Ca n'hort es la segunda acequia de desguace del lago de Banyoles, y el tramo 2 es un tramo inicial a escasos 50 metros de la orilla del lago. Este tramo en 2011 no tenía ninguna náyade debido a una obras realizadas unos años antes que supusieron el dragado y la cimentación del fondo de la acequia. Se realizó una actuación de restauración con aporte de sedimento en el fondo de la acequia, pero en aquel momento se tiene la seguridad de que no había náyades en 2011.

Durante el proyecto LIFE Estany se realizó una actuación de repoblación con la translocación de 27 ejemplares adultos en 2012 y 32 más en 2013, total 59. También en 2012 se soltaron algunos miles de juveniles semilla de 250 micras en el inicio del tramo H2. Esto supone que en la primera revisión realizada en 2013 se localizaron los 59 ejemplares translocados, uno de los cuales, muerto, y un primer juvenil nacido el 2012 que ya media 25.9 mm de longitud con 1 año de edad procedente de las semillas soltadas.

Any		Translocaciones		Revisiones				
		2012	2013	2012	2013	2014	2016	2017
Núm ej. naturales	Vivos			0	1	37	115	144
	Muertos			0	0	1	0	0
Núm ej. translocados	Vivos	27	59	27	58	54	50	40
	Muertos	0	0	x	1	2	3	2

Tabla 21. Se indica la evolución de ejemplares naturales y ejemplares translocados en las respectivas revisiones anuales (menos el 2015) en el tramo N2 de la acequia del rec de Ca n'Hort. Solo se realizan translocaciones en 2012 y siembra de juveniles semilla en 2012.

En las revisiones de 2014 y 2016 se fueron detectando mas individuos procedentes de la suelta de semilla del 2012, de manera que en 2014 el tamaño medio de estos ejemplares era de 46 mm (pico en el gráfico de estructura de tallas), en 2016 de 53mm y en 2017 de 55mm indicando el progresivo incremento de la cohorte nacida en 2012. A su vez aparecen en la estructura de tallas de 2016 y 2017 unos pocos ejemplares de entre 30 y 48 mm que son individuos nacidos de forma natural a partir de los adultos translocados puesto que no ha habido ninguna otra actuación a parte del refuerzo de la presencia de peces hospedadores con la suelta de peces, especialmente barbos y bagres.

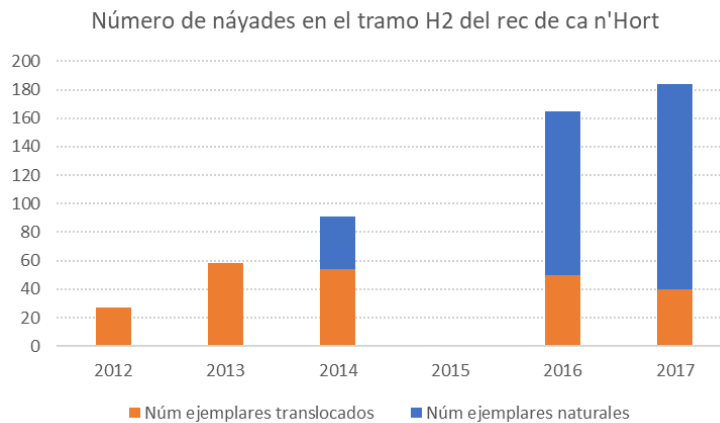


Figura 50. Evolución del numero de náyades del tramo H2 de la acequia de Ca n'Hort donde en color naranja se indican los ejemplares procedentes de unas translocaciones de adultos de 2012 y 2013 (individuos marcados y que han sufrido una cierta mortalidad de mínimo 7 ejemplares) y en color azul es el número de náyade son marcadas procedentes de las siembras de semilla de 2012 y de nacimientos por reproducción natural de los ejemplares translocados. En 2015 no se realizó seguimiento de la localidad.

Estos resultados indican no solo el éxito de la suelta de semilla de 2012 que supuso la presencia de más de un centenar de juveniles descendientes de esa actuación de repoblación, sino por los nacimientos posteriores el éxito de las actuaciones de repoblación con peces autóctonos en el lago de Banyoles. La evolución de la estructura de tallas es también una muestra del aumento del número de náyades y de como avanza o crece con el tiempo la cohorte de la semilla de 2012. Se conoce por el seguimiento de la población natural de las acequias que los ejemplares crecen bastante rápido hasta los 50-55 mm y después frenan su crecimiento, lo que explicaría que los individuos translocados de entre 60 y 70 mm no crecen mucho más, y de hecho se mantienen. Esto está relacionado con que los individuos de más de 55 mm y 4 años de edad ya dedican más esfuerzo a la reproducción que al crecimiento.

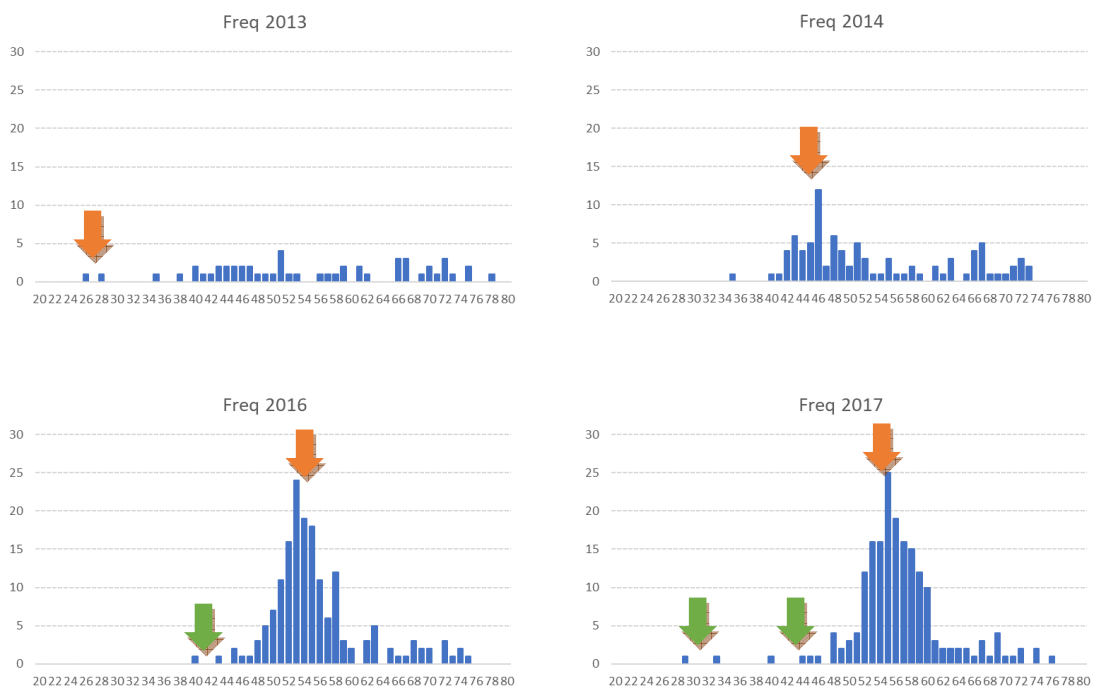


Figura 51. Estructura de tallas de la población de náyades del tramo H2 de la acequia de l'Hort Teixidor donde en 2011 no había náyades. El 2012 y 2013 se repobló con adultos translocados de tallas entre los 28 y los 78 mm. También en 2012 se soltó juvenil semilla que se ha ido detectando en las revisiones posteriores (se indica con flecha naranja la evolución de la cohorte de 2012). Posteriormente las revisiones de 2016 y 2017 se han detectado también juveniles procedentes de la reproducción natural de la especie (en flecha verde) cohortes nacidas entre 2014 y 2016.

La acequia de la riera de Sant Miquel en su tramo SM02 y el SM05-06

La acequia de San Miquel es el fruto de la unión de la acequia del rec de'n Teixidor y el de Ca n'Hort. Como hemos visto anteriormente los tramos iniciales de la acequia de Ca n'Hort y el de'n Teixidor presentan baja densidad de náyades cerca del lago (de 0 a 400 metros del lago) pero tienen poblaciones muy densas y en buen estado de salud en su tramo central entre 400 metros y los 650 lugar donde se juntan las dos acequias y forman el tramo inicial de la riera de Sant Miquel (SM01).

El tramo SM02 es un tramo por debajo de la fábrica de papel artesano con una población de náyades de baja densidad. Es un tramo que se extiende durante 150 metros hasta desaparecer en un salto de agua debajo del edificio de la Farinera Surribas. Los primeros muestreos de este tramo son del 2013 cuando se detectaron únicamente 23 ejemplares de entre 43 mm y los 62 mm, tamaños medianos para la especie con ejemplares juveniles. A partir del 2012 este tramo fue objeto de repoblaciones con peces huésped y ya en 2013 se comprobó una elevada densidad de bagres y barbos de montaña en este tramo de acequia fruto de las repoblaciones de peces realizadas en el marco del proyecto LIFE Estany.

El **tramo SM05 y 06** es un tramo doble de unos 150 metros localizado a 1 km. aguas abajo del borde del lago de Banyoles dentro la ciudad, justo debajo de la cooperativa agrícola, con un tramo subterráneo de unos 50 metros y otro de unos 100 metros mas hasta la casa de Can Laque justo por debajo del Monasterio de Banyoles. Este tramo también fue objeto de actuaciones urbanísticas y no se conoce la presencia de náyades en esta localidad ni en 2011 ni en el 2012.

<i>Localidad-tramo</i>	<i>Codigo</i>	<i>2013</i>	<i>2014</i>	<i>2016</i>	<i>2017</i>
Farinera	SM02	23	76	139	298
Cooperativa	SM05-06	0	nd	434	nd
	Total	23	76	573	nd

Tabla 22. Evolución del número de náyades en dos tramos de la riera de San Miquel entre 2013 y 2017. ND significa datos no disponibles al no realizarse revisión en estos años, como no se hizo tampoco en 2015.

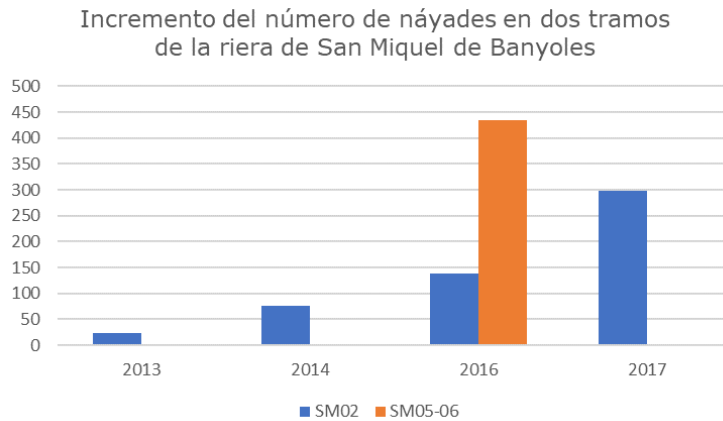


Figura 52. Numero de náyades detectadas en dos tramos de la riera de Sant Miquel (SM02 y SM05-06) en las revisiones de 2013 a 2017. No hay datos de SM05-06 para 2014 y 2017 lo que explica la irregularidad de los datos (ver tabla 22)

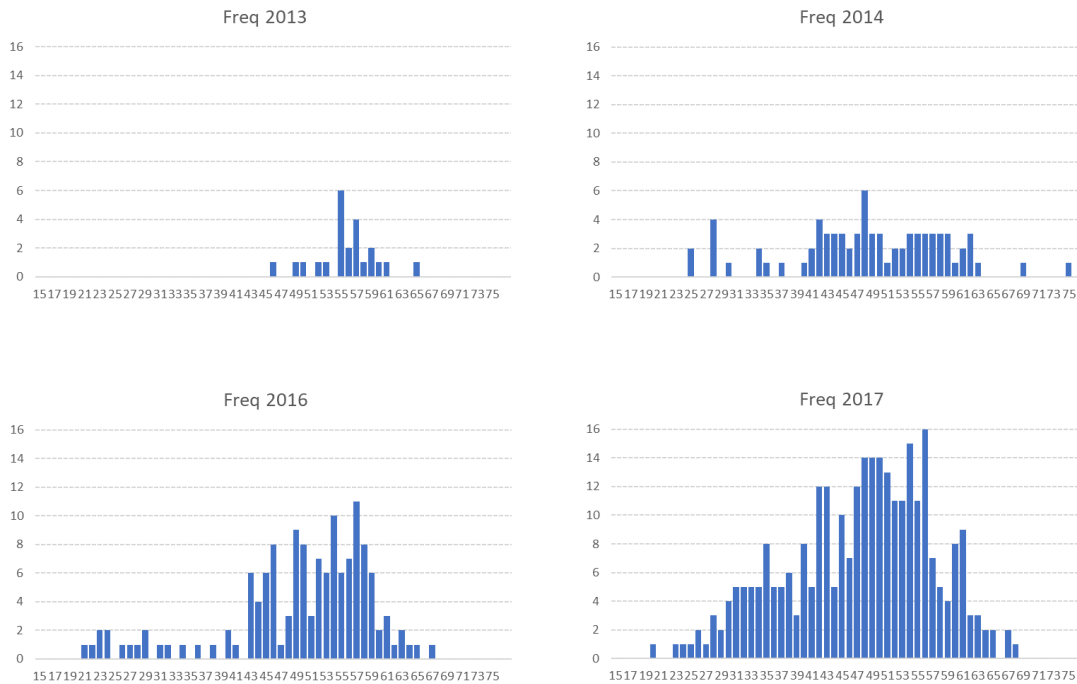


Figura 53. Estructura de tallas de la población de náyades del tramo SM02 de la riera de Sant Miquel en los años 2013, 2014, 2015 y 2017. Se aprecia un aumento de la cantidad de ejemplares y una amplitud en la estructura de tallas confirmando la reproducción natural en este tramo.

Estos dos tramos fueron objeto de revisión y seguimiento, el tramo SM02 de forma anual de 2013 a 2017 menos el 2015, y el tramo SM05-06 solo en 2013 y 2016. Estos tramos no fueron objeto de ninguna translocación de adultos, ni suelta de semilla de náyade, ni de pece infestados, únicamente la presencia de una población densa de náyades aguas arriba y la recuperación de las poblaciones de peces

autóctonos hospedadores de náyades (barbos y bagres) pueden explicar el incremento espectacular obtenido en el número de náyades como se ve en la tabla y gráfico adjunto. Los resultados de las revisiones permiten detectar un aumento creciente de ejemplares en el tramo SM02 pasando de 23 en 2012 a 298 ejemplares en 2017. Lo mismo ocurre en el tramo SM05-06 donde de no haber náyades se pasa a localizar 434 ejemplares. La estructura de tallas de estas capturas permite comprobar cómo se trata de un aumento basado en ejemplares juveniles reproducidos de forma natural en la acequia durante los años 2012 a 2016 durante el proyecto LIFE Potamo Fauna presente y el anterior.

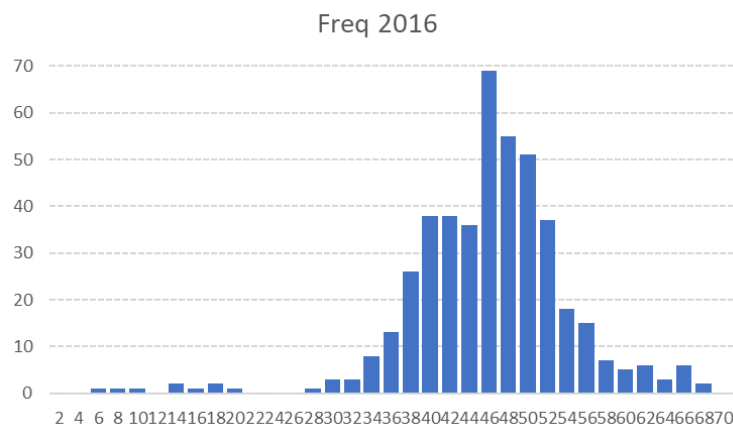


Figura 54. Estructura de tallas de la población de náyades del tramo SM04-06 donde se puede apreciar el gran volumen de ejemplares entre los 38 y 52 mm de longitud que probablemente correspondan a una misma cohorte de reproducción nacida en 2012 a partir de las repoblaciones con peces infestados. Se aprecia como la reproducción natural se produce de forma continua con ejemplares entre los 6 y los 20 probablemente nacidos en 2014 o 2015.

Vista la enorme densidad de ejemplares detectados en los tramos SM04-06 de la riera de Sant Miquel se decidió utilizar parte de estos para la repoblación del medio natural. A demás se detectó un posible problema futura para estos tramos de acequia debido a la sequía del mismo por causa de los regantes en verano. El riego y la dificultad de gestionar el cabal de la acequia hizo recomendable el traslado de los ejemplares criados en este tramo de acequia para la repoblación del medio natural con juveniles.

Se utilizaron 348 de estos ejemplares para repoblar en 2016 las localidades 6,7,8 y 9 del lago de Banyoles de la tabla 18, son *Unio mancus*, donde se indica que se realizó una repoblación-translocación con adultos respectivamente en las siguientes cantidades 122, 75, 73 y 78.

7.- RESERVA EN EL LABORATORIO Y PREVISIÓN POST-LIFE

La previsión inicial del proyecto era repoblar el medio natural con todos los ejemplares producidos en el laboratorio de cría de náyade. Al final del proyecto, pero al comprobar que una parte de los ejemplares producidos tenía un tamaño menor a los 2 cm se decidió mantener una reserva de ejemplares que además podría servir para el plan post LIFE. De esta manera estos ejemplares podrían ser engordados durante uno o dos años más y ser soltados para reforzar las zonas de repoblación del LIFE Potamo fauna.

Únicamente se ha mantenido una reserva de juveniles de los SCI Lago de Banyoles y río Fluvià. Es posible que quede algún ejemplar de tamaño pequeño de las poblaciones del río Brugent y Llémèna, pero serán algunos pocos individuos.

Se conservan también ejemplares de 2011 y 2012 de Banyoles a modo de colección de referencia y reserva en el laboratorio a largo plazo.

Se mantiene en total unos 2296 individuos de más de un año de edad, criados entre 2011 y 2016, de ellos 1800 corresponden al proyecto LIFE Potamo fauna. A estos ejemplares hay que añadir los que sobrevivan de los más de 13.000 ejemplares juveniles sembrados en piscinas producidos en 2017, y los más de 6561 *U. ravoisieri* y 1000 *U. mancus* mantenidos con alimentación suplementaria en 2017 en canales interiores durante más de 120 días. Hasta mediados de 2018 no se conocerá la cantidad de individuos exacta disponible. Los ejemplares criados en el LIFE Potamo Fauna no tienen tamaños superiores a los 2 cm.

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Total	2017
UMABNY	27	131	209	737		316	1420	>1000
UMABRU						Ind.	Ind.	
UMAFLU					364		364	
UMALLE						Ind.	Ind.	
URABNY			94		300	111	505	>6561
TOTAL	27	131	303	737	664	434	2296	Ind

Figura 55. Número de juveniles de náyade criados en cautividad conservados en el laboratorio al final del proyecto indicando el año de nacimiento. Los datos del 2017 dependen del éxito de las revisiones del 2018.

La supervivencia y crecimiento de estos ejemplares marcarán su utilización para repoblar las 2018 y 2019 localidades de interés de los SCI del lago de Banyoles, del río Fluvià (SCI río Fluvià y SCI PNZV Garrotxa) y río Ter. Se estima necesario el mantenimiento de unos 250 ejemplares en reserva en el laboratorio de náyades de *U. mancus* y *U. ravoisieri* de Banyoles. En cambio, se ha previsto la suelta de la totalidad de ejemplares del río Fluvià, Llémena y Brugent en un periodo relativamente corto de tiempo alrededor de los dos años o tres como máximo.

8.- BIBLIOGRAFÍA

- ARAUJO, R., CAMPOS, M., FEO, C., VARELA, C. SOLER, J. & ONDINA, P. 2017. WHO WINS THE WEANING PROCESS? JUVENILE FEEDING MORPHOLOGY OF TWO FRESHWATER MUSSEL SPECIES. JOURNAL OF MORPHOLOGY. 2018;279:4-16. <https://doi.org/10.1002/jmor.20748>
- ARAUJO, R. & MORALES, J. 2010. ESTUDIO DE VIABILIDAD DE CRÍA EN CAUTIVIDAD Y POSTERIOR SUELTA Y DESARROLLO EN EL MEDIO FLUVIAL DE LA NÁYADE MARGARITIFERA MARGARITIFERA EN EL RÍO NEGRO (ZAMORA). INFORME INÉDITO, 272 PP.
- ARAUJO, R., QUIRÓS, M. & RAMOS, M. A. 2003. LABORATORY PROPAGATION AND CULTURING OF JUVENILES OF THE ENDANGERED FRESHWATER MUSSEL MARGARITIFERA AURICULARIA (SPENGLER, 1793). JOURNAL OF CONCHOLOGY. 38(1): 53-60.
- ARAUJO, R., REIS, J., MACHORDOM, A., TOLEDO, C. MADEIRA, M.J., GÓMEZ, I., VELASCO, J.C., MORALES, J., BAREA, J.M., ONDINA, P. & AYALA, I. 2009. LAS NÁYADES DE LA PENÍNSULA IBÉRICA. IBERUS, 27(2): 7-72.
- BAGARIA, M. 2016. CULTIU INITRO DE NÀIADE ALLARGADA (UNIO MANCUS LAMARK 1819) EN CONDICIONS DE LABORATORI. TREBALL DE FINAL DE GRAU EN BIOLOGIA. UNIVERSITAT DE GIRONA. 33 PP
- BARREIROS, M. 2016. CONSERVACIÓN DE NÁYADES AUTÓCTONAS. DESARROLLO DEL PROCEDIMIENTO DE SU CRÍA EN CAUTIVIDAD. TRABAJO FIN DE MÁSTER ECOLOGÍA, GESTIÓN Y RESTAURACIÓN DEL MEDIO NATURAL. UNIVERSIDAD DE BARCELONA. 32 PP.
- CAMPOS, M., ARAUJO, R., FEO, C. 2013. INFORME DE LOS RESULTADOS DE LA CRÍA EN CAUTIVIDAD Y REPRODUCCIÓN DE *UNIO ELONGATULUS*. LIFE08 NAT/E/000078 "MEJORA DE LOS HÁBITATS Y ESPECIES DE LA RED NATURA 2000 EN BANYOLES: UN PROYECTO DEMOSTRATIVO".
- COMA, N. 2015. EXPERIMENTACIÓ EN EL CULTIU DE JUVENILS DE NÀIADE ALLARGADA (UNIO MANCUS LAMARK 1819) EN CONDICIONS DE LABORATORI. TREBALL DE FINAL DE GRAU EN BIOLOGIA. UNIVERSITAT DE GIRONA.
- EYBE, T., THIELEN, F., BOHN, T., SURES, B. 2013. THE FIRST MILLIMETRE- REARING JUVENILE FRESHWATER PEARL MUSSELS (MARGARITIFERA MARGARITIFERA L.) IN PLASTIC BOXES. AQUATIC CONSERV: MAR. FRESHW. ECOSYST. 23: 964-975
- FEO, C, CAMPOS, M. Y ARAUJO, R. 2014. INFORME DE LOS RESULTADOS DE LA CRÍA EN CAUTIVIDAD Y REPRODUCCIÓN DE *UNIO ELONGATULUS*. INFORME DEL PROYECTO LIFE08 NAT/E/000078 "MEJORA DE LOS HÁBITATS Y ESPECIES DE LA RED NATURA 2000 EN BANYOLES: UN PROYECTO DEMOSTRATIVO". CONSORCI DE L'ESTANY. BANYOLES.
- FEO, C, CAMPOS, M. Y ARAUJO, R. 2013. REDACCIÓN DE UN PROTOCOLO PARA LA CRÍA EN CAUTIVIDAD Y REPRODUCCIÓN DE *UNIO ELONGATULUS*. PROTOCOLO DEL PROYECTO LIFE08 NAT/E/000078 "MEJORA DE LOS HÁBITATS Y ESPECIES DE LA RED NATURA 2000 EN BANYOLES: UN PROYECTO DEMOSTRATIVO". CONSORCI DE L'ESTANY. BANYOLES.

GUM, B., LANGE, M. & GEIST, J. 2011. A CRITICAL REFLECTION ON THE SUCCESS OF REARING AND CULTURING JUVENILE FRESHWATER MUSSELS WITH A FOCUS ON THE ENDANGERED FRESHWATER PEARL MUSSEL (*MARGARITIFERA MARGARITIFERA* L.). *AQUATIC CONSERVATION: MARINE AND FRESHWATER ECOSYSTEMS*, 21: 743-751.

KOVITVADHI, S., KOVITVADHI, U., SAWANGWONG, P., MACHADO, J. 2007. A LABORATORY-SCALE RECIRCULATING AQUACULTURE SYSTEM FOR JUVENILES OF FRESHWATER PEARL MUSSEL *HYRIOPSIS (LIMNOSCAPHA) MYERSIANA* (LEA, 1856). *AQUACULTURE* 275 (2008) 169-177

KOVITVADHI, S., KOVITVADHI, U., SAWANGWONG, P., THONGPAN, A., MACHADO, J. 2006. OPTIMIZATION OF DIET AND CULTURE ENVIRONMENT FOR LARVAE AND JUVENILE FRESHWATER PEARL MUSSELS, *HYRIOPSIS (LIMNOSCAPHA) MYERSIANA* LEA, 1856. *INVERTEBRATE REPRODUCTION AND DEVELOPMENT*, 49: 1-2 (2006) 61-70

LIMA, P., LOPES LIMA, M., KOVITVADHI, U., KOVITVADHI, S., OWEN, C., MACHADO, J. 2012. A REVIEW ON THE "IN VITRO" CULTURE OF FRESHWATER MUSSELS (*UNIONIDA*). *HIDROBIOLOGIA* (2012) 691: 21-33.

MINUARTIA, ESTUDIS AMBIENTALS. 1995 A 2005. SEGUIMENT DEL PROJECTE D'ESTUDI I RECUPERACIÓ DE LES NÀIADES (*UNIO ALERONI*) DE LA ZONA VOLCÀNICA DE LA GARROTXA. INFORMES INÉDITOS DEL PNZVG.

OWEN C, N, JAMES E. ALEXANDRE JR. & MONTE MCGREGOR (2010) CONTROL OF MICROBIAL CONTAMINATION DURING IN VITRO CULTURE OF LARVAL UNIONID MUSSELS, *INVERTEBRATE REPRODUCTION & DEVELOPMENT*, 54: 4,187- 193, DOI : 10.1080/07924259.2010.9652332

POU-ROVIRA, Q., FEO, C., GASCÓN, S., SALA, J., BOIX, D., CLAVERO, M. & ZAMORA, L. 2007. ESTAT DE CONSERVACIÓ DE LA BAVOSA DE RIU (*SALARIA FLUVIATILIS*) I LES NÀIADES AL PLA DE L'ESTANY. INFORME FINAL. INFORME TÈCNIC. EDICIÓ 2005. BECA JOAQUIM DE PALMADA I TEIXIDOR. CONSELL COMARCAL DEL PLA DE L'ESTANY I CENTRE D'ESTUDIS COMARCALS DE BANYOLES, BANYOLES.

ANEXOS

Anexo I. Infestaciones de peces

Número de infestaciones de náyades en el laboratorio de cría durante el proyecto LIFE Potamo fauna donde se indican la localidad de las náyades, la especie de pez, el número de peces utilizados, el número de juveniles producidos y la media de producción de juveniles por pez. El número de infestación responde a tres letras de la especie, tres letras más de la cuenca fluvial y un número correlativo.

Núm. INF	Fecha	Náyade	Localidad	Especie	Peces	Núm juv	Juv./ pez
UMABRU01	08/05/2014	UMA	Brugent	BME	38	3856	107,11
UMABRU02	09/05/2014	UMA	Brugent	BME	55	9723	176,78
UMABRU03	12/05/2014	UMA	Brugent	BME	27	19709	729,96
UMABRU04	12/05/2014	UMA	Brugent	BME	11	400	36,36
UMABNY05	12/05/2014	UMA	Rec Bny	BME	48	4343	94,41
UMABNY06	14/05/2014	UMA	Rec Bny	BME	34	11168	385,11
UMABRU07	20/05/2014	UMA	Brugent	BME	270		
UMABRU08	21/05/2014	UMA	Brugent	BME	27	6121	226,70
UMABNY09	21/05/2014	UMA	Rec Bny	BME	32	4429	138,41
URABNY10	27/05/2014	URA	Estany	BME	27	40	
URABNY11	29/05/2014	URA	Estany	BME	48	14522	382,16
UMAFLU12	30/05/2014	UMA	Fluvià	BME	40	19316	585,33
UMAFLU12	30/05/2014	UMA	Fluvià	LGR	17	11969	704,06
URABNY13	02/06/2014	URA	Estany	BME	91		
UMAFLU14	03/06/2014	UMA	Fluvià	BME-SLA	200		
UMAFLU15	05/06/2014	UMA	Fluvià	BME	81	2300	76,67
UMAFLU16	09/06/2014	UMA	Fluvià	BME	27	419	139,67
UMAFLU17	13/06/2014	UMA	Fluvià	BME	9	2250	321,43
UMAFLU18	16/06/2014	UMA	Fluvià	BME	87		
URABNY19	16/06/2014	URA	Banyoles	BME	16	198	66,00
URABNY20	19/06/2014	URA	Banyoles	BME	19	2436	187,38
UMABNY21	30/06/2014	UMA	Rec Bny	BME	18	136	
UMABNY21	30/06/2014	UMA	Rec Bny	LGR	16	3	
UMALLE22	07/07/2014	UMA	Llmena	BME	18	1163	68,41
UMABNY23	07/07/2014	UMA	Rec Bny	BME	26	3799	165,17
UMALLE24	08/07/2014	UMA	Llmena	BME	18	1001	55,61
UMALLE25	10/07/2014	UMA	Llmena	BME	29	7047	306,39
UMALLE25B	11/07/2014	UMA	Llmena	BME	21	3713	232,06
URASER27	15/07/2014	URA	Ser	BME	18	4593	270,18
URASER27b	16/07/2014	URA	Ser	BME	5		
URASER28	17/07/2014	URA	Ser	BME/SLA	15		
UMABRU01	30/03/2015	UMA	Brugent	BME	21	1186	65,89
UMABRU02	02/04/2015	UMA	Brugent	BME	27	4717	174,70
UMABRU03	06/04/2015	UMA	Brugent	BME	30	7229	240,97
UMABRU04	07/04/2015	UMA	Brugent	BME	32	16261	524,55
UMABRU04	07/04/2015	UMA	Brugent	BME	50	22940	477,92
UMABRU05	09/04/2015	UMA	Brugent	BME	32	4709	362,23
UMABRU06	09/04/2015	UMA	Brugent	BME	150		

Núm. INF	Fecha	Náyade	Localidad	Especie	Peces	Núm juv	Juv./ pez
UMABRU07	10/04/2015	UMA	Brugent	BME	25	3279	298,10
UMABRU08	14/04/2015	UMA	Brugent	BME	50	35773	831,00
UMALLE09	24/04/2015	UMA	Brugent	BME	27	295	12,80
UMALLE10	28/04/2015	UMA	Brugent	BME	40	10431	260,80
UMALLE11a	30/04/2015	UMA	Brugent	BME	49	13702	311,40
UMALLE11b	30/04/2015	UMA	Brugent	BME	6	694	115,70
UMALLE12	04/05/2015	UMA	Llmena	BME	8	3590	448,75
UMALLE13	08/05/2015	UMA	Llmena	BME	10	237	23,70
UMALLE14	11/05/2015	UMA	Llmena	BME	4	102	25,50
UMABNY15	20/05/2015	UMA	Banyoles	BME	15	5103	392,50
UMABNY16	21/05/2015	UMA	Banyoles	BME	18	24	6,00
UMAFLU17	29/05/2005	UMA	Fluvià	BME	24	6077	319,80
UMAFLU18	01/06/2015	UMA	Fluvià	BME	41	551	15,70
UMAFLU18	01/06/2015	UMA	Fluvià	SLA	1	51	51,00
UMAFLU19	01/06/2015	UMA	Fluvià	BGRout	3		
UMAFLU20	01/06/2015	UMA	Fluvià	ABA	5	18,5	
UMABNY21	03/06/2015	UMA	Banyoles	BME	34	1590	132,50
UMAFLU22	05/06/2015	UMA	Fluvià	BME	15	1385	173,13
UMAFLU23	11/06/2015	UMA	Fluvià	BME	29	1518	216,86
UMABNY24	18/06/2015	UMA	Banyoles	BME	6	161	53,67
UMABNY25	19/06/2015	UMA	Banyoles	BME	24	2558	
URABNY26	22/06/2015	URA	Banyoles	BME	2		
UMABNY27	22/06/2015	UMA	Banyoles	BME	28	1041	
UMABNY28	23/06/2015	UMA	Banyoles	BME	14	2271	174,69
URABNY29	25/06/2015	URA	Banyoles	BME	3	1623	541,00
UMABNY30	25/06/2015	UMA	Banyoles	BME	7	388	97,00
UMABNY31	25/06/2015	UMA	Banyoles	BME	5	929	232,25
URABNY32	29/06/2015	URA	Banyoles	BME	17	2434	143,18
URABNY33	30/06/2015	URA	Banyoles	BME	6	302	75,50
URABNY34	30/06/2015	URA	Banyoles	BME	10	404	40,40
UMAFLU35	05/07/2015	UMA	Fluvià	BME	12	11429	952,42
UMAFLU36	05/07/2015	UMA	Fluvià	BME	16	20766	1730,50
UMAFLU37	07/07/2015	UMA	Fluvià	BME	12	5218	434,83
UMAFLU38	08/07/2015	UMA	Fluvià	BME	13	3082	256,83
UMAFLU39	09/07/2015	UMA	Fluvià	BME	19	6184	475,69
UMAFLU40	10/07/2015	UMA	Fluvià	BME	11	1345	122,27
UMALLE01	06/04/2016	UMA	Llmena	BME	30	5134	171,13
UMALLE02a	08/04/2016	UMA	Llmena	BME	35	12503	357,23
UMALLE02b	08/04/2016	UMA	Llmena	BME	27	8020	297,04
UMALLE02c	08/04/2016	UMA	Llmena	BME	34	13550	398,53
UMALLE02d	08/04/2016	UMA	Llmena	BME	25	7151	420,65
UMALLE03	11/04/2016	UMA	Llmena	BME	30	7630	254,33
UMALLE04	12/04/2016	UMA	Llmena	BME	200		
AANBNY05	12/04/2016	UMA	Llmena	BME	1	16	16,00
UMALLE05	12/04/2016	UMA	Llmena	BME	1	31	31,00
UMALLE06	18/04/2016	UMA	Llmena	BME	12	3395	282,92
UMAFLU07	22/04/2016	UMA	Fluvià	BME	61	6652	162,24
UMAFLU08	25/04/2016	UMA	Fluvià	BME	76	7701	202,66
UMAFLU09	27/04/2016	UMA	Fluvià	BME	107	10152	317,25

Núm. INF	Fecha	Náyade	Localidad	Especie	Peces	Núm juv	Juv./ pez
UMAFLU10	02/05/2016	UMA	Fluvià	LGR, BME, SFL	500		
UMAFLU11	03/05/2016	UMA	Fluvià	LGR	5	2625	525,00
URABNY12	26/05/2016	URA	Banyoles	BME	2	872	436,00
UMALLE13	27/05/2016	UMA	Llèmena	BME/LGR	12	5540	461,67
URABNY14	30/05/2016	URA	Banyoles	BME	25	17623	839,19
UMALLE15	30/05/2016	UMA	Llèmena	BME	18	6014	375,88
URABNY16	31/05/2016	URA	Banyoles	BME	54	22554	417,67
URABNY17	02/06/2016	URA	Banyoles	BME	19	2687	141,42
URABNY18	02/06/2016	URA	Banyoles	LGRout	5	52	13,00
URABNY19	03/06/2016	URA	Banyoles	BME	14	1705	121,79
URABNY20	07/06/2016	URA	Banyoles	BME	24	4083	240,18
URABNY21	08/06/2016	URA	Banyoles	BME	33	6720	292,17
UMABNY22	10/06/2016	UMA	Banyoles	BME	63	12429	243,71
UMABNY23	14/06/2016	UMA	Banyoles	BME	109	44572	495,24
UMABNY24	20/06/2016	UMA	Banyoles	BME	15	1281	128,10
UMABRU25	30/06/2016	UMA	Brugent	BME	43	15757	393,93
UMABRU26	01/07/2016	UMA	Brugent	BME	16	4715	428,64
UMABRU27	04/07/2016	UMA	Brugent	BME	37	9263	289,47
UMABNY28	15/07/2016	UMA	Estany	SLA	156		
UMABNY29	18/07/2016	UMA	Estany	SLA	120		
UMABRU01	06/04/2017	UMA	Brugent	BGR	10	2398	299,75
UMABRU02	06/04/2017	UMA	Brugent	BME	24	12589	629,45
UMABRU03	10/04/2017	UMA	Brugent	BME	65	25035	410,41
UMABRU04	11/04/2017	UMA	Brugent	BME	Pesca		
UMABRU04	11/04/2017	UMA	Brugent	BME	Pesca		
UMABRU05	19/04/2017	UMA	Brugent	BME	Pesca		
UMABRU05	19/04/2017	UMA	Brugent	BME	Pesca		
UMAFLU06	20/04/2017	UMA	Fluvià	BME	47	11690	254,13
UMAFLU07	24/04/2017	UMA	Fluvià	BME	81	17783	433,73
UMAFLU07b	28/04/2017	UMA	Fluvià	PPH	Pesca		
UMAFLU08	03/05/2017	UMA	Fluvià	BME	Pesca		
UMAFLU09	05/05/2017	UMA	Fluvià	BME	Pesca		
UMAFLU10	09/05/2017	UMA	Fluvià	BME	Pesca		
UMABNY11	08/05/2017	UMA	Banyoles	BME	25	8029	349,09
UMAFLU12	10/05/2017	UMA	Fluvià	SFL	13		
UMABNY13	10/05/2017	UMA	Banyoles	BME	20	9220	576,25
UMABNY14	12/05/2017	UMA	Banyoles	BME	24	12208	763,00
UMABNY15	12/05/2017	UMA	Banyoles	BBA	12	13	0,00
UMABNY16	12/05/2017	UMA	Banyoles	GOBI	6	0	0,00
UMABNY17	15/05/2017	UMA	Banyoles	BGR	18	4347	255,71
UMABNY18	17/05/2017	UMA	Banyoles	BME	20	2973	185,81
UMABNY19	24/05/2017	UMA	Banyoles	BGR	16	6200	387,50
UMABNY20	24/05/2017	UMA	Banyoles	BGRout	7	57	8,14
UMABNY21	30/05/2017	UMA	Banyoles	BME	44	7338	198,32
UMALLE22	08/06/2017	UMA	Llèmena	BME	48	9753	336,31
UMALLE23	12/06/2017	UMA	Llèmena	BME	54	2017	61,12
UMALLE24	14/06/2017	UMA	Llèmena	Varis			
UMALLE25	15/06/2017	UMA	Llèmena	Varis			
UMALLE26	15/06/2017	UMA	Llèmena	BME	9	2056	257,00

Núm. INF	Fecha	Náyade	Localidad	Especie	Peces	Núm juv	Juv./ pez
UMALLE27	21/06/2017	UMA	Llèmena	Varis			
URABNY28	22/06/2017	URA	Banyoles	BME	18	1816	139,69
URABNY29	23/06/2017	URA	Banyoles	BME	15	5380	413,85
URABNY30	26/06/2017	URA	Banyoles	BME	88	19555	241,42

Anexo II. Náyades parentales

Procedencia de los ejemplares de náyade utilizadas para obtener gloquidios.

Espècie	Población	Código	Núm	Localidad	Fecha recogida	Fecha suelta
U. mancus	Fluvià	UMAFLU	19	Molí de St, Roc, Olot	28/05/2014	17/06/2014
U. mancus	Rec	UMABNY	3	Ca n'hort (Font Ànimes-1er pont)	05/05/2014	30/05/2014
U. mancus	Fluvià	UMAFLU	22	Molí de St, Roc, Olot	28/05/2014	17/06/2014
U. mancus	Rec	UMABNY	8	Rec Hort -Teixidor bassa	27/06/2014	23/07/2014
U. mancus	Llèmena	UMALLE	21	El Molinot, St Esteve Llèmena	27/05/2014	02/07/2014
U. mancus	Llèmena	UMALLE	25	Canet d'Abri Estació Aforament	20/07/2014	22/07/2014
U. ravoisieri	Estany	URABNY	5	La Draga	16/05/2014	12/06/2014
U. mancus	Recs	UMABNY	17	Teixidor (Font Ànimes-1er pont)	05/05/2014	30/05/2014
U. ravoisieri	Estany	URABNY	18	La Cuaranya / Caseta de Fusta	11/06/2014	21/07/2014
U. mancus	Brugent	UMABRU	21	Vernatalada (Planes-Amer)	07/05/2014	27/05/2014
U. ravoisieri	Ser	URASER	4	Sota Resclosa Can Illa.	09/07/2014	21/07/2014
U. mancus	Brugent	UMABRU	7	Verntallada, Amer	16/03/2015	13/04/2015
U. mancus	Brugent	UMABRU	24	Verntallada, Amer	27/03/2015	13/04/2015
U. mancus	Brugent	UMABRU	32	Verntallada, Amer	27/03/2015	13/04/2015
U. mancus	Llèmena	UMALLE	30	Est. Aforamiento	22/04/2015	14/05/2015
U. mancus	Llèmena	UMALLE	30	Est. Aforamiento	21/04/2015	13/05/2015
U. mancus	Fluvià	UMAFLU	6	Besalú	26/05/2015	02/07/2015
U. mancus	Fluvià	UMAFLU	11	Besalú	02/07/2015	30/07/2015
U. mancus	Banyoles	UMABNY	28	Bassa-Hort-Teixidor	28/05/2015	16/06/2015
U. mancus	Banyoles	UMABNY	28	Hort-Teixidor Creu terme	16/06/2015	02/07/2015
U. ravoisieri	Banyoles	URABNY	31	Caseta de Fusta	18/06/2015	09/07/2015
U. ravoisieri	Banyoles	URABNY	28	Caseta de Fusta/Amaradors	18/06/2015	09/07/2015
U. mancus	Llèmena	UMALLE	73	El Molinot, canal sobre bassa	04/04/2016	18/04/2016
U. mancus	Llèmena	UMALLE	12	Bassa El Molinot	04/04/2016	18/04/2016
A. Anatina	Banyoles	AANBNY	8	Caseta de Fusta -Lió	07/04/2016	11/04/2016
U. mancus	Fluvià	UMAFLU	16	Molí de St Roc Fluvià	19/04/2016	18/05/2016
U. mancus	Fluvià	UMAFLU	37	Molí de St Roc Fluvià	19/04/2016	18/05/2016
U. ravoisieri	Fluvià	URAFLU	200	Can Illa	04/05/2016	11/05/2016
U. ravoisieri	Fluvià	URAFLU	190	Can Illa	11/05/2016	19/05/2016
U. mancus	Llèmena	UMALLE	200	Estació Aforament	24/05/2016	01/06/2016
U. ravoisieri	Estany	URABNY	16	La Draga	24/05/2016	17/06/2016
U. ravoisieri	Estany	URABNY	13	La Cuaranya	24/05/2016	17/06/2016

Espècie	Población	Código	Núm	Localidad	Fecha recogida	Fecha suelta
U. ravoisieri	Estany	URABNY	14	Els Amaradors	26/05/2016	18/06/2016
U. mancus	Estany	UMABNY	25	Rec Major	07/06/2016	22/06/2016
U. mancus	Estany	UMABNY	75	Bassa rec Hort-teixidor	07/06/2016	22/06/2016
U. mancus	Estany	UMABNY	99	Rec St Miquel Farinera	13/07/2016	19/07/2016
U. mancus	Estany	UMABNY	40	Rec St Miquel Farinera baix	13/07/2016	19/07/2016
U. mancus	Brugent	UMABRU	44	Verntallada, Amer	28/06/2016	21/07/2016
U. mancus	Brugent	UMABRU	46	Verntallada, Amer	03/04/2017	19/04/2017
U. mancus	Fluvià	UMAFLU	16	Fluvià Besalú	18/04/2017	11/05/2017
U. mancus	Estany	UMABNY	12	Rec Teixidor. Sota 1r pont	04/05/2017	23/05/2017
U. mancus	Estany	UMABNY	11	Rec ca n'hort. Sota 1r pont	04/05/2017	23/05/2017
U. mancus	Estany	UMABNY	68	Bassa Hort_Teixidor	23/05/2017	31/05/2017
U. ravoisieri	Estany	URABNY	2	Caseta de fusta	31/05/2017	13/07/2017
U. mancus	Llémena	UMALLE	59	Estació aforament	06/06/2017	29/06/2017
U. ravoisieri	Estany	URABNY	25	Caseta de fusta	20/06/2017	13/07/2017
U. ravoisieri	Estany	URABNY	3	La Draga	20/06/2017	13/07/2017

Anexo III. Localidades de repoblación de náyades

Listados de localidades separadas por Espacio Natural SCI y por especie de náyade, con indicación de la UTM Datum ETRS86 31 N, indicando si ha habido cambio de la localidad respecto al protocolo de repoblación, y indicando el origen de los ejemplares criados o translocados.

SCI	SP	DESCRIPCIÓN LOCALIDAD	UTMX	UTMY	CAMBIO	ORIGEN CRÍA	ORIGEN AD
LAGO DE BANYOLES	URA	1. Cap de Bou	480049	4663970			Banyoles
		2. La Cuaranya	479013	4664884			Banyoles
		3. Riera de Lió	479764	4664896			Banyoles
		4. Caseta de Fusta (Interior)	479766	4664026			Banyoles
		5. La Draga	480141	4663956			Banyoles
LAGO DE BANYOLES	UMA	6. Riera d'en Morgat (Pont Margarit)	479262	4664306			Banyoles
		7. Pesquera Marimon	479703	4662776			Banyoles
		8. Riera d'en Morgat (desembocadura)	479580	4664249	sí		Banyoles
		9. Rec de la Figuera d'en Xo (Cal general)	480210	4663346			Banyoles
		10. Rec de Guèmol	479933	4662909			Banyoles
		10a. Rec Font del Ferro	479028	4663340	sí		Banyoles
		10b. Rec Teixidor (Cal General)	480242	4663391	sí		Banyoles
		10c. Rec Major (Límit)	480216	4663223	sí		Banyoles
RIERA XUNCLÀ I RIUELLEQUES	UMA	11. Resclosa Molí d'en Tomàs Rodes de Molí	483813	4652291			Banyoles
		12. Salt del Timbarro	483752	4652049			Banyoles

SCI	SP	DESCRIPCIÓN LOCALIDAD	UTMX	UTMY	CAMBIO	ORIGEN CRÍA	ORIGEN AD
RÍO BRUGENT	UMA	13. Resclosa Pla Font d'en Fàbregues	466038	4652350		Brugent	Brugent
		14. Resclosa Vernatallada	465543	4653335		Brugent	Brugent
		15. Les Planelles	463665	4654709		Brugent	Brugent
		16. Gorgs de les Planes d'Hostoles	461266	4656713	sí	Brugent	Brugent
		16b. Hostal del Fang	464951	4653941	sí	Brugent	Brugent
		16c. Amer	467527	4651117	sí	Brugent	Brugent
RÍO LLÉMENA	UMA	17. Sant Esteve, pont (LL-13)	468011	4657002		Llémena	Llémena
		18. Canal camps de la Planta (LL-12)	467744	4657544		Llémena	Llémena
		19. Puente romanic (LL-09)	467744	4657544	sí	Llémena	Llémena
		20. Sant Martí (LL-03)	471254	4653675		Llémena	Llémena
		21. Pont sobre carretera a Sant Martí	472374	4652729		Llémena	Llémena
RIU FLUVIÀ	UMA	22. Canal Resclosa Besalú (FL-08)	473529	4672122		Fluvià	
		23. Resclosa fàbrica St Jaume (FL-13)	466118	4672955		Fluvià	
		23a. Passallís Can Coma, St Jaume	466085	4672936	sí	Fluvià	
		23b. Passallís Can Canet St Jaume	467718	4673184	sí	Fluvià	
		23c. Arguelaguer	471135	4673310	sí	Fluvià	
		24. Riera de Maià (FL-22)	479131	4670901		Fluvià	
		25. Vilert passallís (FL-01)	485283	4669154		Fluvià	
	URA	26. Riu Ser Granja de Can Jofre	473041	4668382		Ser	Ser
		26a. Riu Ser a Quintans de Can Jofre	472757	4668433	sí	Ser	Ser
		26b. Més amunt de Can Illa.	476800	4668511	sí	Ser	Ser
PN ZONA VOLCÀNICA	UMA	27. Rec del Revell	457870	4669095		Fluvià	
		28. Molí del Collell (FL-14)	455605	4668766		Fluvià	
		29. Passallís Tussols (FL-15)	455938	4669305		Fluvià	
		30. Caseta de pescadors	456139	4669237		Fluvià	
		30a. Les Tries	459527	4671331	sí	Fluvià	
		30b. Parc de les Mores	457776	4669430	sí	Fluvià	
		30c. Hortes Besalú	474723	4671454	sí	Fluvià	
		30d. Resclosa Besalú	473165	4672300	sí	Fluvià	
		30e. Canal Can Caselles Sant Ferriol	472306	4673209	sí	Fluvià	
	RIBERES DEL BAIX TER	UMA	31. Canal resclosa d'en Joga (TE-03)	476839	4646484		Brugent
		32. Pont Major	485598	4651504		Brugent	Brugent
		33. Pont de l'aigua, Sarrià	485527	4651396		Llémena	Llémena
		33a. Pla dels Socs, Salt	482717	4648209	sí	Llémena	Llémena
		34. Pas de'n Prats, Salt	480942	4647795	sí	Llémena	Llémena
		34. Rec desaigüe Canal Compte La Farga	475140	4647407	sí	Bru/Lle	Bru/Lle

Anexo IV. Localidades de repoblación de náyades con los datos de ejemplares repoblados, origen, peces infestados, etc.

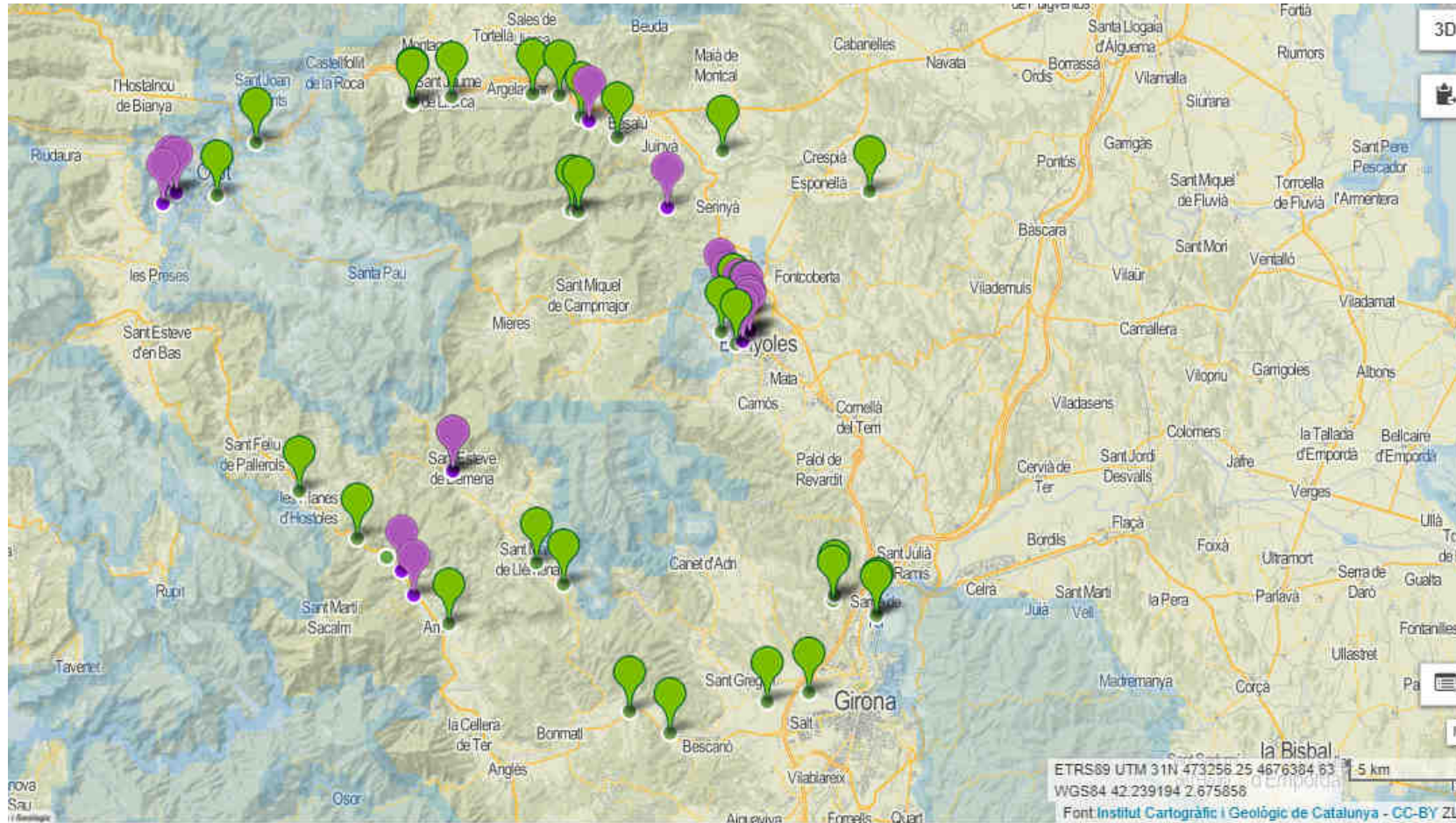
Listados de localidades separadas por Espacio Natural SCI y por especie de náyade, con indicación detallada del número de ejemplares repoblados en las tres fechas de suelta realizadas (CR origen de cría, AD origen adultos translocados). Se indica también el número de peces infestados soltados en cada localidad separados por años. Finalmente se detalla el número de ejemplares semilla nacidos el 2017 liberados el mismo 2017.

Loc.		1a	2a	3a	Total	2014	2015	2016	2017	Semilla
		suelta	suelta	suelta		Peces	Peces	Peces	Peces	2017
		2016	2016	2017						
Banyoles URA										
1	Cap de Bou			58 CR	58					
2	La Cuaranya	24 CR		123 CR	147					
3	Riera de Lió				0					
4	Caseta de Fusta	25 CR		135 CR	160					
5	La Draga	26 CR		126 CR	152	91				
Banyoles UMA										
6	Riera Morgat	28 CR	122 AD		150					
7	Pesquera Marimon	25 CR	75AD	207 CR	307					2473
8	Cap de Bou est	28 CR	73 AD	75 CR	176			276		
9	Figuera d'en Xo	22 CR	78 AD		100					
10	Rec de Guèmol									2787
10a	Font del Ferro									2787
10b	Rec Teixidor									2586
10c	Rec Major									6144
Riera Xuncla UMA										
11	Resclosa Molí Tomàs									1004
12	Salt del Timbarro									1003
Brugent UMA										
13	Resclosa F. Fàbregues	51 AD		225 CR	276				182	30710
14	Vernatallada			200 CR	200					2398
15	Les Planelles	51 AD		225 CR	276					
16	Gorgs Pl. Hostoles			200 CR	200				100	9312
16b	Hostal del Fang					270				281
16c	Amer						150			
Llémena UMA										
17	Sant Esteve, pont									
18	Camps de la Planta		50 AD	135 CR	185					
19	Pont romànic		50 AD	135 CR	185					4048
20	Sant Martí									2937
21	Pont Sant Martí									3906
Fluvià UMA										
22	Canal Resclosa Besalú			450 CR	450					3821
23	Resclosa St Jaume			300 CR	300					
23a	Passallís St Jaume									231
23b	Passallís St Jaume									245
23c	Arguelaguer					200				
24	Riera de Maià			150 CR	150					130

Loc.	1a suelta	2a suelta	3a suelta	Total	2014	2015	2016	2017	Semilla
25	Vilert passallís						500	374	
Ser-Fluvià URA									
26	Granja de Can Jofre		50 AD	50	101				
26a	Quintans de Can Jofre		Ad/1Cr 46	51					
26b	Can Illa.		Ad/5Cr		15				
Z. Volcànica UMA									
27	Rec del Revell		400 CR	400				150	6395
28	Molí del Collet		300 CR	300					
29	Passallís Tussols		250 CR	250					6395
30	Caseta de pescadors		395 CR	395					
30a	Les Tries							150	6335
30b	Pont de les Mores							150	
30c	Horts de Besalú				87			412	
30d	Resclosa de Besalú							429	
30e	Canal Can Casabó								6395
Baix Ter UMA									
31	Resclosa Joga	51 AD	116 CR	167					2935
32	Pont Major						200		
33	Pont de l'aigua							91	
33a	Pla dels Socs							190	
33b	Pas de'n Prats							83	
34	La Farga		115 CR	115					
TOTAL	154 CR		4326 CR	4504 CR	663	150	976	3068	104.501
	153 AD	498 AD	96 AD	747 AD					

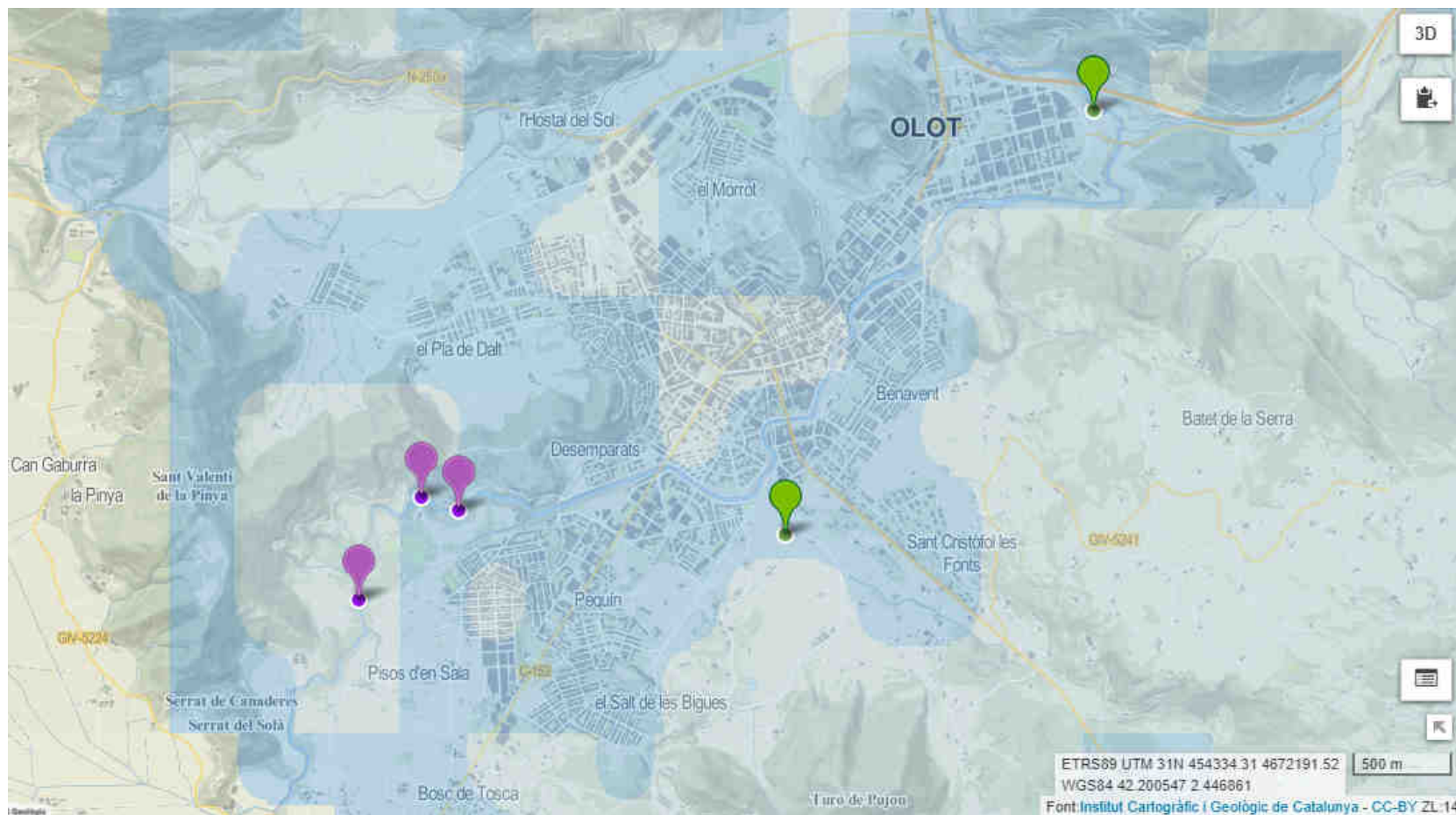
Anexo V. Localidades de repoblación de náyades del LIFE Potamo Fauna

Localización en un mapa de las localidades de repoblación, en color verde, nuevas localidades, y en morado las que son refuerzos poblacionales. Se indican todas las localidades de todos los espacios SCI del proyecto LIFE Potamo Fauna.



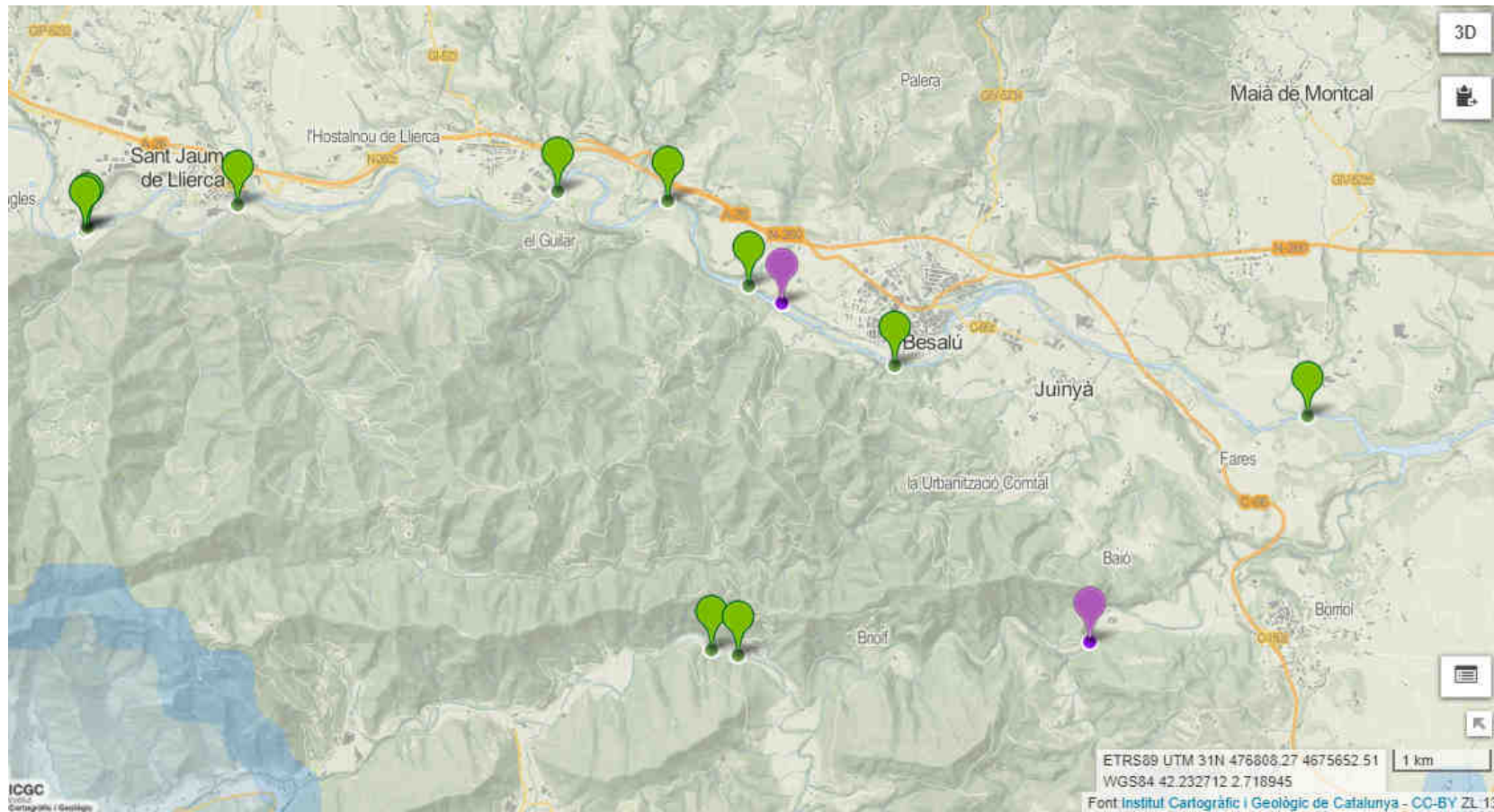
Anexo VI. Localidades de repoblación en el SCI P. N. de la Zona Volcànica de la Garrotxa

Localización en un mapa de las localidades de repoblación, en color verde, nuevas localidades, y en morado las que son refuerzos poblacionales. Se indican todas las localidades del SCI Parque Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa, del rio Fluvià y la especie *Unio mancus*.



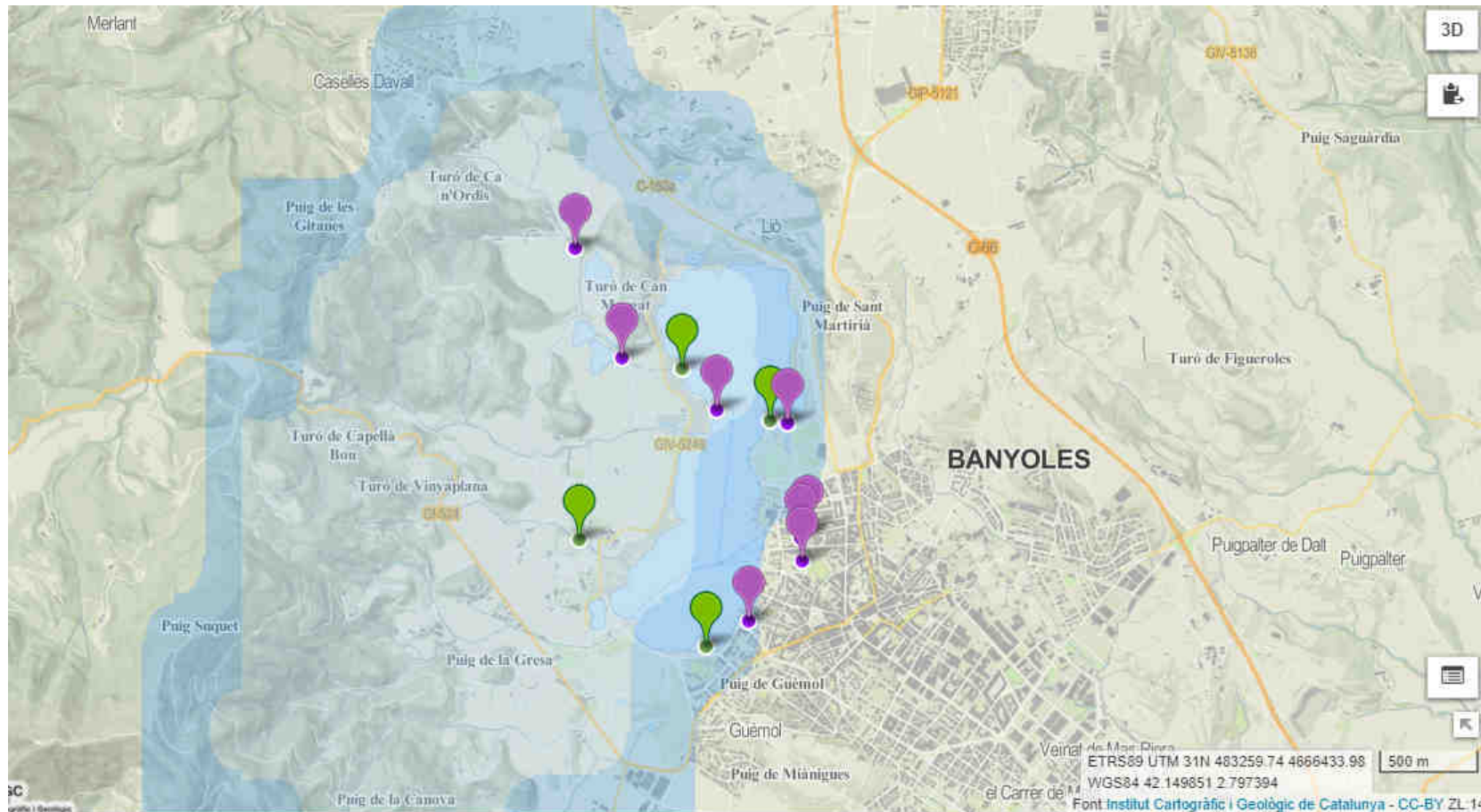
Anexo VII. Localidades de repoblación en el SCI río Fluvià

Localización en un mapa de las localidades de repoblación, en color verde, nuevas localidades, y en morado las que son refuerzos poblacionales. Se indican todas las localidades del SCI río Fluvià y la especie *Unio mancus* y en la parte inferior está el río Ser, afluente del Fluvià, con repoblaciones de *U. ravoisieri*.



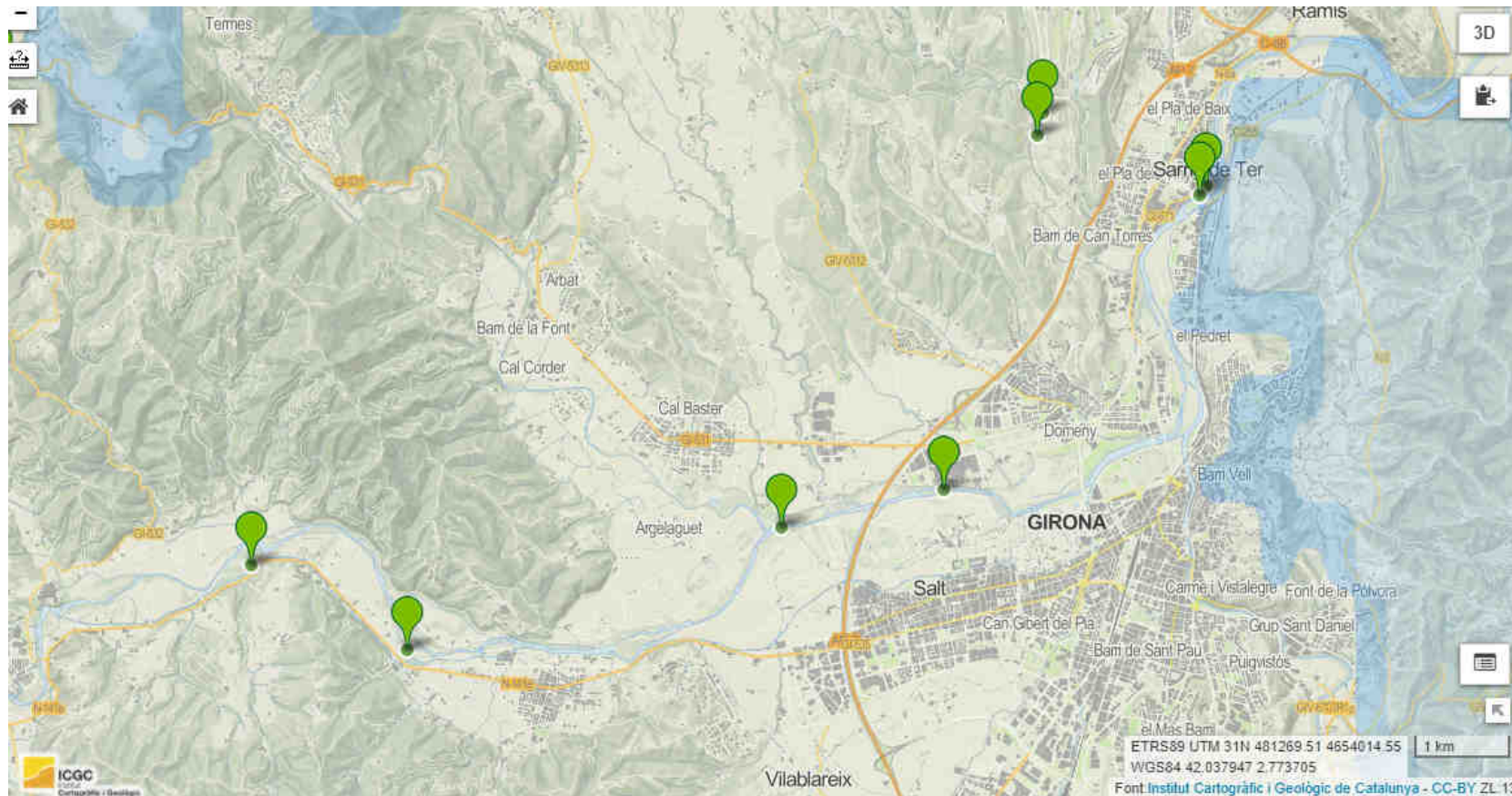
Anexo VIII. Localidades de repoblación en el SCI Estany de Banyoles

Localización en un mapa de las localidades de repoblación, en color verde, nuevas localidades, y en morado las que son refuerzos poblacionales. Se indican todas las localidades del SCI Estany de Banyoles, una parte de las cuales son de *U. manicus* y otras de *U. ravoisieri*.



Anexo IX. Localidades de repoblación en el SCI Riberes del Baix Ter y Riera d'en Xunclà y Riudelleques

Localización en un mapa de las localidades de repoblación, en color verde, nuevas localidades, y en morado las que son refuerzos poblacionales. Se indican todas las localidades del SCI Riberes del Baix Ter, y las dos localidades mas al norte son del SCI Riera d'en Xuncla y Riudelleques. Todas son de la especie *U. mancus*.



Anexo X. Localidades de repoblación en el SCI Riu Llémèna y SCI Riu Brugent

Localización en un mapa de las localidades de repoblación, en color verde, nuevas localidades, y en morado las que son refuerzos poblacionales. Se indican todas las localidades del SCI Río Llémèna (derecha) y del SCI río Brugent (izquierda) en el cual hay la especie *U. mancus*.

