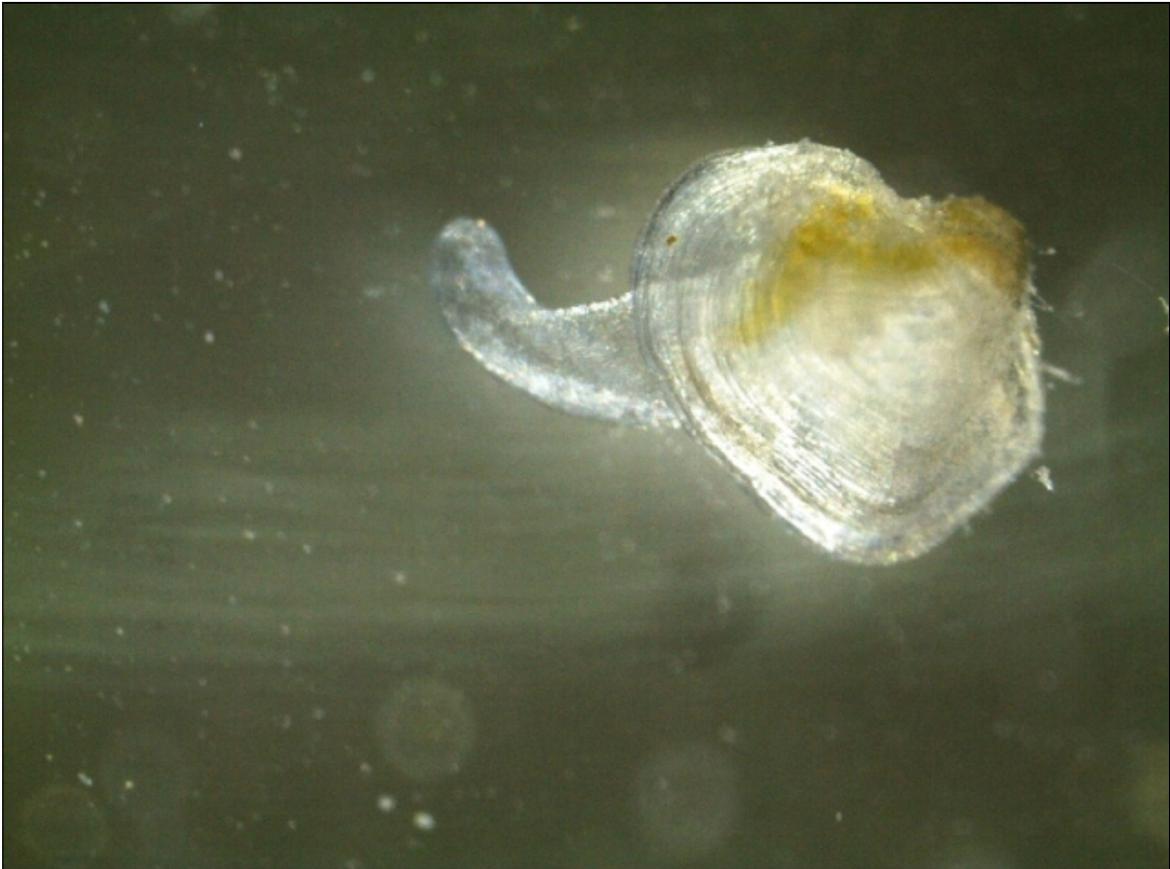




LIFE08 NAT/E/000078

"Mejora de los hábitats y especies de la Red Natura 2000 en Banyoles: Un proyecto demostrativo"



E.3. – SEGUIMIENTO CIENTÍFICO

Informe de los resultados de la cría en cautividad y reproducción de *Unio elongatulus*

Diciembre 2013



CONSORCI DE
l'estany





Informe de cría de náyades

Informe de los resultados de la cría en cautividad y reproducción de *Unio elongatulus*

Diciembre 2013

PRESENTACIÓN

El presente informe se redacta en el marco del "Proyecto Estany"- Mejora de los Hábitats y Especies de la Red Natura 2000 de Banyoles: Un proyecto demostrativo- (LIFE08 NAT/E/000078), correspondiente a la acción E3 de Informes técnicos de seguimiento, y relacionada con la acción C6 Cría en cautividad y reproducción de *Unio elongatulus*.

Equipo director:

Miquel Campos Llach. Coordinador técnico del proyecto Estany

Carles Feo Quer. Técnico del proyecto Estany

Equipo redactor:

Rafa Araujo Armero. Museo Nacional de Ciencias Naturales.

Carles Feo Quer. Técnico del proyecto Estany

Miquel Campos Llach. Coordinador técnico del proyecto Estany

Promotor:



Financiado por:

Beneficiarios



Cofinanciadores





PROTOCOLO DE CRÍA DE NÁYADES

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUCCIÓN..... | 3 |
| Taxonomía | 4 |
| • <i>Unio mancus</i> | 4 |
| • <i>Unio ravoisieri</i> | 5 |
| 2. OBJETIVOS | 6 |
| 3. PROCEDIMIENTO y RESULTADOS | 6 |
| 3.1. Muestreo y estado de las poblaciones naturales de náyades | 7 |
| 3.1.1. Muestreo en acequias. Vadeo. | 7 |
| 3.1.2. Muestreo en el lago de Banyoles. Buceo. | 9 |
| 3.1.3. Estado inicial de las poblaciones de náyades a partir de las prospecciones de adultos | 10 |
| 3.1.4. Translocación de ejemplares adultos de náyade..... | 11 |
| 3.1.5. Estado final de las poblaciones de náyades | 12 |
| 3.2. Recogida y mantenimiento de náyades adultas..... | 13 |
| 3.2.1. Piscinas | 13 |
| 3.2.2. Acuarios | 14 |
| 3.3. Mantenimiento de peces | 14 |
| 3.3.1. Piscinas | 15 |
| 3.3.2. Acuarios y tanques depósitos | 16 |
| 3.3.3. Prevención de las infecciones | 16 |
| 3.3.4. Alimentación | 17 |
| 3.4. Seguimiento de la temperatura del laboratorio y el lago | 18 |
| 3.4.1. Temperatura del laboratorio e equipamientos..... | 18 |
| 3.4.2. Comparativa de la temperatura del laboratorio con la del Lago y acequias | 21 |
| 3.5. Infestación de peces con gloquidios y recogida de juveniles | 25 |
| 3.5.1. Fenología de suelta y recogida de gloquidios de <i>Unio mancus</i> | 27 |
| 3.5.2. Fenología de suelta y recogida de gloquidios de <i>Unio ravoisieri</i> | 30 |
| 3.5.3. Resultados de las infecciones de <i>Unio mancus</i> (Fenología, duración y número de juveniles) | 32 |
| 3.5.4. Resultados de las infecciones de <i>Unio ravoisieri</i> (Fenología, duración y número de juveniles) | 35 |
| 3.5.5. Infección de peces y suelta sin recogida de náyades | 37 |
| 3.5.6. Éxito de los peces hospedadores y duración de la metamorfosis de los gloquidios en juveniles de <i>U. mancus</i> | 38 |
| 3.5.7. Éxito de los peces hospedadores y duración de la metamorfosis de los gloquidios en juveniles de <i>U. ravoisieri</i> | 42 |
| 3.5.8. Revisión del éxito de las infecciones de peces | 44 |
| 3.5.9. Diferentes sistemas de recogida de juveniles utilizados 2011-2013 e innovaciones aplicadas al proceso | 46 |
| 3.6. Siembra, mantenimiento y cría de juveniles | 49 |
| 3.6.1. Siembra de juveniles..... | 49 |
| 3.6.2. Siembra en acuario..... | 52 |
| 3.6.3. Siembra en pila de incubación | 52 |
| 3.6.4. Siembra en piscinas..... | 56 |
| 3.6.5. Siembra en cajas con sedimento en piscinas | 70 |



| | |
|---|-----|
| 3.6.6. Siembra en el medio natural directa o en bandeja | 74 |
| 3.6.7. Siembra en tuppens | 75 |
| 3.6.8. Siembra en el canal de tubo y el canal de hormigón..... | 80 |
| 3.6.8. Siembra en jaulas en el lago | 81 |
| 3.6.9. Siembra natural a partir de peces infectados liberados | 85 |
| 3.7. Repoblación del medio natural con los juveniles criados y estado final de las poblaciones de náyades | 86 |
| 3.7.1. Juveniles de <i>mancus</i> liberados en el lago, arroyos y acequias..... | 86 |
| 3.7.2. Juveniles de <i>ravoisieri</i> liberados en el lago | 86 |
| 3.7.3. Situación final de los juveniles criados en el laboratorio..... | 87 |
| 3.8. Éxito de las repoblaciones..... | 88 |
| 3.9. Supervivencia de los juveniles criados en el laboratorio | 90 |
| 3.10. Crecimiento de los juveniles criados en el laboratorio | 91 |
| 4. RESUMEN Y CONCLUSIONES | 92 |
| 5. ANNEXO. Fichas de laboratorio | 96 |
| 6. ANNEXO. Fotografías del proyecto..... | 100 |



1. 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 al que parasitar, en general un pez. Una vez parasitado y tras una metamorfosis, se produce la fase juvenil y este se desprende del pez cayendo al sedimento. 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. Esta y otras razones pueden fácilmente explicar porqué las náyades están consideradas actualmente como uno de los grupos animales más amenazado del planeta.

Otra característica importante de las náyades es el papel que juegan en los ecosistemas de agua dulce donde viven, pudiendo afirmar que en un ecosistema sin modificar las náyades serían el grupo de animales con mayor biomasa (Negus, 1966). Intervienen además en la dinámica de los nutrientes de los sistemas acuáticos, removiendo fitoplancton, bacterias y materia orgánica del agua y sedimento y colaboran en la bioturbación de los fondos aumentando su contenido de oxígeno (Strayer y col., 1999; Vaughn, Nichols & Spooner, 2008). Son además especies con un alto poder bioindicador, lo que probablemente ha querido reflejar el nombre de náyade, en referencia a las hadas o ninfas que mantienen la pureza de las aguas dulces. De este modo, la presencia (o la desaparición documentada) de poblaciones reproductoras (con ejemplares juveniles) de estos moluscos, puede ser de gran utilidad para conocer cambios en el estado de calidad y conservación de las aguas superficiales, lo que hace de las náyades excelentes especies centinelas.

Como está ocurriendo en otras partes del mundo, también en la península Ibérica los Unionoideos son actualmente uno de los grupos animales más amenazados de desaparición. Entre las causas fundamentales están la fragmentación y/o desaparición de sus hábitats (detracciones de agua, alteración de los caudales y flujos por las centrales hidroeléctricas y riegos, aumento exponencial de industrias contaminantes y cultivos), aunque otros factores como la presencia de especies de peces y bivalvos invasores también pueden estar jugando un papel importante (Bogan, 1993; Ricciardi, Neves & Rasmunssen 1998; Lydeard y col., 2004; Strayer y col., 2004).

Actualmente se considera la existencia en la península Ibérica de las siguientes 10 especies (Araujo y col., 2009): *Margaritifera auricularia* (Spengler, 1793), *M. margaritifera* (L., 1758), *Potomida littoralis* (Cuvier, 1798), *U. mancus* Lamarck, 1819, *Unio gibbus* Spengler, 1793, *U. delphinus* Spengler, 1793, *U. tumidiformis* Castro, 1885, *U. ravoisieri* Deshayes, 1847, *Anodonta anatina* (L. 1758) y *A. cygnea* (L., 1758), de las que 4 viven en l'Estany de Banyoles: *U. ravoisieri*, *P. littoralis*, *U. mancus*, y *A. anatina*. De estas 4 el Proyecto LIFE se ha centrado en la recuperación de dos de ellas a través de un programa de cría en cautividad. Estas dos especies son *U. mancus* y *U. ravoisieri*, que hasta hace unos años estaban incluidas en el taxón "*Unio elongatulus*" a partir de la cual se han definido estos nuevos taxones (ver apartado taxonomía).

El "Proyecto Estany" tiene como objetivo recuperar las poblaciones de peces autóctonos y náyades. Por un lado se han realizado actuaciones de control de peces exóticos, y repoblaciones de barbos y bagres, peces hospedadores de las náyades. Por otro lado se ha puesto en marcha un laboratorio de cría en cautividad para la reproducción de náyades en condiciones de semicautividad, para mantener los juveniles nacidos por un tiempo para su crecimiento y engorde, y posteriormente repoblar el lago con estos ejemplares. Este informe se ha redactado a partir de los resultados obtenidos en la aplicación y desarrollo del protocolo de cría de náyades



previsto en el proyecto en la acción A4, así como en el seguimiento de las poblaciones naturales de náyades, acción E3.

Taxonomía

Haas (1969) propuso una clasificación taxonómica que consideraba la existencia de una serie de especies fundamentales cada una de las cuales englobaba diferentes "razas locales" o "especies incipientes". En esta publicación dentro de la "especie fundamental" *Unio elongatulus*, distribuida por la Región Mediterránea y Asia Menor, Haas (1969) incluía 17 razas locales o subespecies, dos de las cuales estarían presentes en España: 1) *U. elongatulus penchinatianus*, en los ríos del nordeste mediterráneo incluyendo el Ebro como límite sur, y 2) *U. elongatulus valentinus*, en los ríos mediterráneos al sur del Ebro.

A nivel de las provincias catalanas, Altaba (1991) cita la presencia de las siguientes especies: *M. auricularia*, *A. cygnea*, *Psilunio littoralis*, con 5 subespecies: *P. l. littoralis* (Ter y ríos al norte), *P. l. subreniformis* (Estany de Banyoles), *P. l. catalonicus* (ríos de la depresión central), *P. l. umbonatus* (del Ebro hacia el sur) y *P. l. gandiensis* (al norte de las sierras diánicas), y finalmente, *U. elongatulus* con 4 subespecies: *U. e. aleroni* (Tordera y ríos al norte), *U. e. penchinatianus* (Estany de Banyoles), *U. e. ssp.* (Ebro) y *U. e. valentinus* (ríos del golfo de Valencia).

En los últimos años del siglo XX e inicio del XXI empieza a revisarse la taxonomía de las náyades ibéricas estudiando no sólo los caracteres habitualmente usados de morfología de la concha y anatomía, sino que se incluyen además caracteres moleculares, cuyo uso es ampliamente recomendado en la bibliografía especializada (Graf & Cummings, 2006), así como información sobre la biología de las especies (gloquidio, peces hospedadores, época de reproducción). El uso de estos caracteres, especialmente las secuencias de los genes mitocondriales CoI y 16S, ha permitido superar la subjetividad que hasta ahora atenazaba la taxonomía de las náyades, limitada al estudio de un carácter tan variable como es la forma de la concha, pudiendo así identificar linajes evolutivos muy claros.

Gracias a estos y otros estudios hoy sabemos que las especies citadas por Haas (1969) *U. elongatulus penchinatianus* y *U. elongatulus valentinus* corresponden la primera a *U. ravoisieri*, localizada en el lago de Banyoles y el río Ser, y la segunda a *U. mancus*, distribuida por los ríos mediterráneos ibéricos incluido el Ebro (Araujo, Gómez & Machordom, 2005; Araujo y col. 2009). Con respecto al género *Psilunio* citado por Altaba (1991), hoy también sabemos que debe llamarse *Potomida* (Araujo, 2008), y que en toda la península solo existe una especie, *P. littoralis* (Araujo y col. 2009). Finalmente, la especie de Anodonta que vive en los ríos catalanes y la mayoría de los del resto de la península es *A. anatina* y no *A. cygnea*.

● ***Unio mancus***

En la península Ibérica vive en los ríos de las cuencas mediterráneas con un límite meridional situado entre las cuencas del Júcar y el Segura. Es la única especie de *Unio* que vive en la cuenca del Ebro y la más común en los ríos del mediterráneo ibérico. En el lago de Banyoles se ha detectado esta especie conviviendo con *Unio ravoisieri*, mostrando el primero una mayor preferencia por las acequias y las zonas con agua con corriente, y siendo mas escasa en el mismo lago. No se descarta su presencia en el río Fluvià, cerca de la cuenca lacustre de Banyoles.

Por su distribución, solamente puede confundirse con ejemplares simpátricos de *U. ravoisieri*, pues los individuos de esta especie que viven en ríos pueden ser similares a los de *U. mancus*.

Forma muy variable, con ejemplares de concha pequeña, fina y delicada, hasta otros con concha muy robusta. Presenta el aspecto típico de mejillón de río con una concha generalmente abombada y alargada de coloración pardo-negrucza o pardo-



amarillenta con zonas más verdosas. Parte anterior redondeada y posterior alargada y truncada, acabando en un corto pico. Umbo prominente, redondeado, que en ocasiones puede presentar escultura consistente en 2 filas de tubérculos. El tamaño siempre es menor de 10 cm y raramente supera los 9 cm.

Se trata de una especie típicamente fluvial que, a excepción de las zonas de alta montaña, es capaz de ocupar todo tipo de tramos de ríos, tanto de primer orden como de afluentes menores, así como canales de riego que mantengan sus fondos naturales. Puede aparecer también en lagos (ej. Albufera de Valencia, Estany de Banyoles). En los ríos vive generalmente semienterrado en fondos de gravas bien asentadas de los brazos secundarios, en el centro del cauce en zonas con poca corriente y en los taludes bien conservados a la sombra de la vegetación de ribera e incluso entre las raíces de los árboles. Es una especie propia de aguas duras con concentraciones de calcio superiores a 100 mg/l. Aunque, como la mayoría de las náyades, requiere aguas limpias, puede vivir en acequias de riego.

Con el nombre de *U. elongatulus* está amparada por las siguientes figuras de protección: Directiva Hábitats (Anexo V): Especies animales y vegetales de interés comunitario cuya recogida en la naturaleza y cuya explotación pueden ser objeto de medidas de gestión. Convenio de Berna (Anexo III): Especies protegidas que pueden ser objeto de explotación controlada, pero para las que está prohibido utilizar los métodos de caza/captura/pesca que se mencionan en el anexo IV. Amparada por la ley 3/1988 (DOGC nº 967, de 18/03/1988) de la Generalitat de Cataluña de protección de animales (anexo b): Regulación de las actividades fotográficas, científicas y deportivas que puedan afectar a la fauna salvaje. Dado que el nombre *U. mancus* se asigna en la península Ibérica a las poblaciones anteriormente conocidas como *U. elongatulus*, toda la normativa que se aplica a esta especie debe ahora asignarse a *U. mancus*.

Como *U. mancus* está incluida en el Libro Rojo de los Invertebrados de España en la categoría Casi amenazado (Verdú y Galante, 2006). Se trata de una especie en franca regresión por las afecciones antrópicas al medio. Se ha recomendado su inclusión en el nuevo Catálogo Español de Especies Amenazadas en la Categoría de Vulnerable (Araujo y col., 2009).

- ***Unio ravoisieri***

En la península Ibérica se encuentra restringida al lago de Banyoles y cuenca del Fluvià, donde se conoce del río Ser (Araujo y col., 2009; Khalloufi, y col., 2011). Es una especie común en el norte de África al este del río Moulouya (Argelia y Túnez). En el lago de Banyoles se ha detectado esta especie, citada como *Unio elongatulus penchinatianus* por Haas (1969) y Altaba (1991), conviviendo con *Unio mancus*, mostrando el primero una mayor preferencia por las aguas remansadas del mismo lago, evitando las acequias y zonas con agua corriente. Se trata de la misma especie que vive en el río Ser, citada por Altaba (1991) como *Unio elongatulus aleroni*, aunque morfológicamente son muy diferentes.

Los ejemplares del río Ser presentan una concha muy fina, pequeña, siempre alargada y comprimida, de color pardo, a menudo verde o incluso amarillento, con los anillos de crecimiento externos muy juntos. Bordes dorsal y ventral paralelos, el dorsal a veces ligeramente ascendente hacia la región posterior. Umbos planos, muy poco prominentes. Escultura del umbo formada por dos filas de tubérculos a menudo muy marcados y picudos, aunque no siempre presente. Una de las principales características de esta especie es la forma redondeada del borde anterodorsal de la concha, que dibuja un arco muy patente, aunque este carácter se encuentra también en algunas poblaciones de *U. mancus*. Ligamento fino. La forma de las conchas de los ejemplares de Banyoles es bastante diferente, como suele ocurrir con las poblaciones que viven en lagos (ej. *U. tumidiformis* de las



Lagunas de Ruidera). Tamaño muy grande (hasta 105 mm.), con la concha mucho más espesa, inflada y sólida que en los ejemplares de río, y de color pardo amarillento, nunca verde. La región posterior aparece siempre cubierta de travertino (Haas, 1916). Silueta cuadrangular muy característica, con el umbo retrasado, de forma que la parte anterior es muy corta y la posterior muy alargada. Charnela y ligamento muy desarrollados; dientes pseudocardinales muy fuertes, aserrados y separados en la valva izquierda. Escultura del umbo similar a la de los ejemplares de río.

En sus localidades ibéricas, *U. ravoisieri* solamente puede confundirse con *Unio mancus*. En el lago de Banyoles las dos especies son bastante difíciles de distinguir por sus caracteres externos.

Se desconoce la morfología del gloquidio de las poblaciones españolas y sus posibles peces hospedadores, aunque se han citado las especies *Barbus meridionalis* Risso y *Squalius cephalus* L. (Generalitat de Catalunya, 2004). En ríos de Túnez se ha visto que la liberación de las larvas se produce en marzo (Khalloufi, y col., 2011).

2. OBJETIVOS

El objetivo del proyecto es la mejora de las poblaciones de *Unio elongatulus* a partir de su reproducción en semicautividad, tal como marca la acción C6 del PROYECTO ESTANY.

Estos son los objetivos específicos del proyecto de cría de náyades:

- Conocer las poblaciones de náyades del lago
- Conocer la época de reproducción y liberación de gloquidios de las náyades
- Conocer los peces hospedadores de las náyades
- Obtener ejemplares juveniles viables de náyades
- Criar y engordar los juveniles
- Repoblar el lago con juveniles de náyades y/o peces infectados con gloquidios
- Establecer una metodología y un protocolo de trabajo para la cría en cautividad de las náyades.
- Definir las instalaciones y necesidades del laboratorio de cría de náyades del proyecto LIFE.

3. PROCEDIMIENTO y RESULTADOS

Según el proceso secuencial de experiencias necesarias para el cumplimiento de los objetivos, las principales acciones que se han desarrollado son las siguientes:

- 3.1. Muestreo y evaluación de las poblaciones naturales de náyades
- 3.2. Recogida y mantenimiento de náyades adultas
- 3.3. Mantenimiento de peces
- 3.4. Seguimiento de la temperatura del laboratorio y el lago
- 3.5. Infestación de peces con gloquidios y recogida de juveniles
- 3.6. Siembra, mantenimiento y cría de juveniles
- 3.8. Repoblación del medio natural con los juveniles criados. Estado final de las poblaciones de náyades
- 3.9. Repoblación del medio natural con peces infectados en cautividad

Para cada uno de los procedimientos se han expuesto los resultados obtenidos de forma resumida para cada una de las metodologías utilizadas en cada uno.



3.1. Muestreo y estado de las poblaciones naturales de náyades

En cualquier proyecto de conservación de una especie amenazada es importante conocer el estado de la población en el momento inicial, para poder luego valorar el éxito de las actuaciones realizadas. Al inicio del proyecto, y durante el mismo, se ha realizado gran esfuerzo de trabajo de campo para conocer la distribución y abundancia de las especies en el espacio natural. Especialmente importante ha sido la prospección en 2010 y 2011 en el lago para localizar individuos y concentrarlos en puntos concretos conocidos, así como las prospecciones del 2013 en las acequias, que han permitido conocer en detalle el estado de sus poblaciones.

Para la reproducción de náyades en el laboratorio ha sido necesaria la recogida de ejemplares adultos de náyades hembra grávidas. Para ello también se ha prospectado el territorio para buscar las mejores poblaciones para ser utilizadas temporalmente en el laboratorio de cría y posteriormente ser devueltas al lago.

El muestreo de náyades adultas se ha realizado con dos sistemas diferentes de muestreo según la tipología de masa de agua, sea el lago o las acequias y arroyos.

3.1.1. Muestreo en acequias. Vadeo.

Las acequias de desagüe del lago tienen un nivel de agua entre 10 y 60 cm. de profundidad, lo que permite su muestreo con botas vadeadoras altas (fotos 12 a 29). Para ello, se ha realizado un reconocimiento del fondo de las acequias andando a contra corriente, evitando pisar ningún ejemplar de náyade. A medida que se avanza se van recogiendo con las manos los ejemplares observados, preferiblemente utilizando guantes. Cuando la visibilidad es buena se ha utilizado un "mirafondo" para mejorar la supervisión del lecho del arroyo (foto 18), y si esta no es buena, se ha muestreado con las manos tocando el fondo, aunque es preferible no alterar excesivamente el substrato del curso de agua. Material necesario: Botas vadeadoras, mirafondo, guantes y un cubo.

Con la experiencia de los cuatro años de proyecto se ha visto que los ejemplares de náyade de 1 y 2 años pueden pasar desapercibidos, pues están completamente enterrados y solo se ve una pequeña raya en el sedimento de poca longitud y muy fácil de confundir si en el fondo hay hojarasca.

Se han muestreado diferentes tramos de acequia para estimar la densidad de náyades. Hasta 2013 únicamente se realizaban pequeñas prospecciones aleatorias buscando náyades adultas. En el año 2013 se han realizado diversos muestreos en las acequias para censar de forma más estandarizada la población de náyades y ha permitido establecer densidades, mejorando el conocimiento actualizado del estado de las poblaciones. Todas las náyades localizadas en las acequias han sido marcadas con una etiqueta, salvo algunas excepciones como algunos ejemplares de pequeño tamaño. A partir de prospecciones detalladas, los muestreos puntuales para recolectar adultos reproductores para el laboratorio y el marcaje de individuos se ha podido censar un total de 762 náyades *Unio mancus* que vivían en las acequias de forma natural entre 2010 y 2013 (tabla 1). Todas han sido marcadas con una etiqueta de color amarillo con una numeración entre el número 200 y el 1000. De estas 762 náyades, 100 ejemplares tienen menos de 35 mm. de longitud, correspondiendo a individuos de menos de 1,5 años de edad, localizados en 2013 en una zona donde se repobló en abril de 2012 con peces infectados con náyades dentro del mismo proyecto. El origen de estos ejemplares pequeños no sería natural, sino una primera aportación del proyecto a la población original salvaje del lago. Se debería pues tener en cuenta en realidad como situación de partida que los individuos censados a partir de un trabajo de campo superior a 6-8 jornadas de campo completas, con un total de 12 horas de muestreo activo en el agua, por dos operadores en las acequias ha sido de 662 individuos aproximadamente.



No se han localizado náyades de la especie *Unio ravoisieri* en las acequias, y sí 10 *Anodonta anatina* y 1 *Potomida littoralis*.

Las náyades utilizadas para la cría en cautividad y mantenidas temporalmente en el laboratorio proceden mayoritariamente de los tramos de acequia con mayor densidad de náyades, estos son el tramo entre la Calle Sant Martirià y la Creu del Terme de la acequia de Can Teixidor y la acequia de Ca n'Hort. Para asegurar su supervivencia futura se han mantenido en acuarios en el laboratorio durante un mes como máximo, y posteriormente se han liberado casi siempre en el mismo lugar de captura.

| Acequia | Tramo | Fecha | X ini. | Y ini. | UMA | UMA* | PLI | AAN | Dens. |
|--------------|------------------------|----------|--------|---------|------------|------------|----------|-----------|-------|
| Figuera Xo | Estany-Sardana | x | 480121 | 4663503 | | | | | 0 |
| Figuera Xo | Sardana -Cal general | 19/06/13 | 480200 | 4663531 | | | | | 0 |
| Figuera Xo | Cal general- Llibertat | 19/06/13 | 480425 | 4663580 | | | | | 0 |
| Figuera Xo | Can Castanyer al final | x | | | | | | | |
| Major | Estany-Sardana | 20/06/13 | 480128 | 4663436 | | | | | 0 |
| Major | Sardana-Límit | 20/06/13 | 480214 | 4663438 | | | | | 0 |
| Major | Límit- Quim Rec | | 480278 | 4663436 | 1 | 1 | 1* | | 0 |
| Major | Can Quim-Canat | | 480467 | 4663405 | 4 | 4 | | | 0,11 |
| Major | Canat-Colom | | 480489 | 4663362 | | 32 | | | 0,53 |
| Major | Muralla- Torras | 27/06/13 | 480845 | 4663087 | | | | | 0 |
| Major | Torras-J. Butinyà | 27/06/13 | 480920 | 4663023 | | | | | 0 |
| Major | Butinyà-Blanquers | 27/06/13 | 480967 | 4662983 | | | | | 0 |
| Major | Blanquers-AgriEnergia | | 481042 | 4662936 | | | | | 0 |
| Major | Paper-Tarragona | | 481404 | 4662796 | | | | | 0 |
| Major | Salt Parc-Paper | | 481430 | 4662784 | | | | | 0 |
| Major | Farga d'Aran | x | 481569 | 4662759 | | | | | 0 |
| Major | Canem-Canaleta | x | 481697 | 4662704 | | | | | 0 |
| Guèmol | Estany-Sardana | 13/08/13 | 479993 | 4663138 | 48 | 48 | | 1 | 0,49 |
| Guèmol | Sardana-Reixa | 13/08/13 | 480061 | 4663100 | 9 | 9 | | 1 | 0,53 |
| Ca n'Hort | Estany-Sardana | x | 480128 | 4663603 | | | | | 0 |
| Ca n'Hort | Sardana-Cal General | 29/05/13 | 480187 | 4663608 | 10 | 1 | | | 0 |
| Ca n'Hort | Cal General-Llibertat | 13/06/13 | 480360 | 4663620 | 3 | 3 | | | 0,01 |
| Ca n'Hort | Llibertat-Martirià | 06/06/13 | 480552 | 4663624 | 28 | 28 | | | 0,31 |
| Ca n'Hort | Martirià-1er pont | 06/06/13 | 480619 | 4663633 | 44 | 87 | | 1 | 2,32 |
| Ca n'Hort | 1er pont- Parking | 05/04/13 | 480647 | 4663636 | 53 | 49 | | | 1,86 |
| Ca n'Hort | Parking-Creu Terme | 05/04/13 | 480676 | 4663639 | 20 | 20 | | | 1,67 |
| Ca n'Hort | Creu Terme-Bassa | 22/03/13 | 480705 | 4663647 | 25 | 24 | 1 | | 0,67 |
| Riera Vella | Bassa | | 480737 | 4663639 | 105 | 101 | | | 1,68 |
| Riera Vella | Fab. Paper-Surribas | 05/04/13 | 480801 | 4663616 | 22 | 23 | | | 0,12 |
| Riera Vella | Surribas-final | x | | | | | | | 0 |
| Riera Vella | Vilavenut-Boada | 21/06/13 | 481330 | 4663426 | 0 | | | | 0 |
| Teixidor | Estany-Sardana | x | 480126 | 4663579 | | | | | 0 |
| Teixidor | Sardana-Cal General | 19/06/13 | 480214 | 4663589 | 3 | 3 | | | 0,01 |
| Teixidor | Cal General-Llibertat | 13/06/13 | 480361 | 4663598 | 6 | 6 | | 1 | 0,02 |
| Teixidor | Llibertat-Martirià | 06/06/13 | 480552 | 4663620 | 76 | 76 | | | 0,84 |
| Teixidor | Martirià-1er pont | 06/06/13 | 480620 | 4663631 | 73 | 121 | | 1 | 4,03 |
| Teixidor | 1er pont- Parking | 05/04/13 | 480647 | 4663634 | 24 | 38 | | 1 | 1,38 |
| Teixidor | Parking-Creu Terme | 05/04/13 | 480676 | 4663637 | 33 | 32 | | 2 | 2,13 |
| Teixidor | Creu Terme-Bassa | 22/03/13 | 480704 | 4663641 | 8 | 56 | | 1 | 1,56 |
| Total | | | | | 595 | 762 | 1 | 10 | |

Tabla 1. Resumen de las prospecciones de náyades en las 5 acequias o recs de salida de agua del lago de Banyoles. En la tabla se indica el nombre de la acequia (La Riera Vella nace de la unión del rec de'n Teixidor y el rec de Ca n'Hort). Se indica el tramo de acequia ordenadas desde el lago hacia aguas abajo, la fecha de la prospección, la localización en UTM Datum ED50, el total de *Unio mancus* (UMA), *Potomida littoralis* (PLI) y *Anodonta anatina* (AAN) de las prospecciones. La columna UMA*, es una columna que recoge todos los datos de muestreos de náyades entre 2010 y 2013, y a través del marcaje de individuos se ha podido establecer el total de náyades localizadas en las acequias, total 762. Los datos de densidad se han obtenido a partir del total de náyades de cada tramo, dividido por su longitud y ancho (ver anexos).



En las prospecciones de náyades de 2012 y 2013 se han recapturado ejemplares adultos marcados en dos años anteriores de proyecto (n= 86 ejemplares), algunos incluso medidos a lo largo de los tres años, comprobando que en un año tienen un crecimiento medio de 1 mm (tabla 2), con máximos de 5.5 mm/año y mínimos de 0. Además, tal como sería de esperar, el crecimiento es más elevado en los ejemplares pequeños (45-55 mm., 3 o 4 años de edad) que en los individuos mas viejos que casi no crecen.

| n | Grupo | Promedio crecimiento | Máximo crecimiento (mm.) |
|----|----------|----------------------|--------------------------|
| 86 | Total | 1,0038 | 5,5 |
| 16 | 45-55 mm | 1,5628 | 3,6 |
| 52 | 55-65 mm | 0,9783 | 5,5 |
| 18 | 65-75 mm | 0,5805 | 1,45 |

Tabla 2. Resumen de los crecimientos de las náyades en mm/año de la población natural capturadas y marcadas en el Proyecto Estany, obtenidos a partir de las recapturas de los mismos ejemplares numerados. La primera fila corresponde al total de ejemplares medidos, y las tres siguientes están segregadas por tres grupos de tallas de longitud.

3.1.2. Muestreo en el lago de Banyoles. Buceo.

La profundidad del lago de Banyoles obliga a buscar las náyades mediante buceo utilizando un traje de neopreno y equipo de snorkel. Se han realizado diversas prospecciones en el litoral del lago en profundidades entre 0 y 5 metros desde la embarcación para localizar náyades a pulmón libre (foto 30).

A medida que se han localizado los ejemplares, estos han sido recogidos y mantenidos en una malla hasta su traslado al laboratorio para su marcaje y toma de datos biométricos (fotos 31 a 35). En el caso del lago no se han realizado prospecciones sistemáticas por zonas, pero se disponía de trabajos previos que ya señalaban las zonas con mayor densidad, y que han sido las seleccionadas preferiblemente. En la medida de lo posible se puede considerar que durante el proyecto se ha cubierto gran parte de la superficie del fondo del lago, pero por la dificultad de muestreo se puede afirmar que lo encontrado no es mas que una parte importante respecto al total. Las náyades que se capturaban se concentraban en grupos para facilitar su recolección cuando se necesitaban en el laboratorio de cría.

| Localización | Sector | UTM x | UTM y | UMA | URA | PLI | AAN |
|-------------------------------|-----------------|--------|---------|----------|------------|----------|-----------|
| Amaradors | Amaradors | 479884 | 4664911 | 2 | 14 | | |
| Can Morgat entrada | Can Morgat | 479735 | 4664347 | | 7 | | |
| Caseta de fusta_Grades | Caseta de fusta | 480202 | 4664422 | 1 | 9 | | 9 |
| Caseta de fusta entrada terra | Caseta de fusta | 480158 | 4664412 | | 15 | | |
| Front Estany-Pesqueres | Front Estany | 479907 | 4663027 | | | | 1 |
| Pesquera Marimon | Front Estany | 479803 | 4662978 | | 6 | 2 | |
| Banys Vells | Front Estany | 480072 | 4663438 | 3 | 17 | | |
| Club Natació | Front Estany | 480100 | 4663603 | | 8 | | |
| La Cuaranya | La Cuaranya | 479814 | 4664328 | | 19 | | |
| La Cuaranya-codolar | La Cuaranya | 479857 | 4664231 | 2 | | 3 | |
| La Draga-bassa Draga | La Draga | 480222 | 4664163 | | 13 | | |
| Desmais-Sortida rem | Sud Estany | 479504 | 4662994 | | 1 | | |
| Total | | | | 8 | 109 | 5 | 10 |

Tabla 3. Resumen de las capturas de náyades en el lago de Banyoles. Se indica la zona del lago, las coordenadas en metros UTM ED50 31N y el número de ejemplares de *Unio mancus* (UMA), *Unio ravoisieri* (URA), *Potomida littoralis* (PLI) y *Anodonta anatina* (AAN).

En el lago se han localizado 8 ejemplares de *Unio mancus* (tabla 3), 5 de *Potomida littoralis*, 10 *Anodonta anatina* y 109 *Unio ravoisieri*, que han sido marcadas con una etiqueta identificativa amarilla con números correlativos de 0 a 199 para *U. ravoisieri*, y del 200 a 1000 para el resto de especies.



Los ejemplares capturados en el lago en 2010, 2011, 2012 y 2013, y utilizados en el laboratorio han sido liberados otra vez en el lago. Tal como ya se ha indicado, para mejorar la localización de ejemplares y para facilitar su fecundación, se han soltado juntos en unos puntos de concentración de ejemplares en el entorno del lago. Los puntos donde se tenía prevista la concentración de los *Unio ravoisieri* se pueden consultar en la tabla 4 y los puntos utilizados finalmente y el número aproximado de ejemplares marcados liberados aun vivos en cada punto están en la tabla 8.

| Punto de concentración | UTMx | UTMy |
|------------------------|--------|---------|
| Estany/cubeta III | 480222 | 4664630 |
| Punta Amaradors | 479882 | 4664900 |
| La Cuaranya | 479864 | 4664207 |
| Banys Vells | 480072 | 4663438 |

Tabla 4. Zonas del lago donde estaba previsto realizar las concentraciones o puntos de reunión, las coordenadas en metros UTM Datum ED50 31N.

En las prospecciones de náyades de 2011, 2012 y 2013 se han recapturado ejemplares adultos marcados en 2010, 2011 y 2012 comprobando que en un año tienen un crecimiento medio de 0,62 mm y 2,4 mm de máximo. El crecimiento también es mayor en los ejemplares más pequeños de 60-70 mm.

| n | Grupo Longitud | Crecimiento Promedio (mm.) | Crecimiento Máximo (mm.) |
|----|----------------|----------------------------|--------------------------|
| 47 | Total | 0,62 | 2,4 |
| 7 | 60-70 | 1,21 | 2,4 |
| 40 | 70-100 | 0,52 | 2 |

Tabla 5. Resumen de los crecimientos anuales (mm/año) de *U. ravoisieri* de la población natural capturadas y marcadas en el proyecto Estany, obtenidos a partir de las recapturas de los mismos ejemplares numerados. La primera fila corresponde al total de ejemplares con datos disponibles, y las dos siguientes están segregadas por dos grupos de tallas de longitud.

3.1.3. Estado inicial de las poblaciones de náyades a partir de las prospecciones de adultos

Los esfuerzos realizados para la obtención de náyades adultas con destino a la reproducción han permitido obtener datos bastante completos sobre la abundancia y distribución de náyades en todo el espacio natural.

Recogiendo los datos obtenidos de las prospecciones en las acequias y en el lago se han obtenido los siguientes resultados.

Estado inicial de las poblaciones

***Unio mancus*.** Se han localizado y marcado un total de 670 individuos diferentes entre 2010 y 2013, de los cuales 662 en las acequias y 8 en el lago. A demás hay que añadir un mínimo de 100 ejemplares más de un tamaño menor a los 35 mm. que con toda probabilidad ya corresponden al resultado de las repoblaciones efectuadas en este mismo proyecto a partir de la liberación en abril de 2012 de peces autóctonos infectados con miles de gloquidios. Se puede afirmar que la población real de *U. mancus* en el espacio natural se estima cercana a los 1000 ejemplares, y no superior a los 2000.

***Unio ravoisieri*.** Se han localizado 109 ejemplares en el lago de Banyoles, ninguno en las acequias. Todos son ejemplares de gran tamaños, no inferiores a los 60 mm. Se han prospectado las profundidades del lago comprendidas entre los 0 y los 4 metros. Puede que existan náyades a más profundidad que no se hayan localizado en prospecciones realizadas en años anteriores con escafandra autónoma. Se puede



afirmar que la población real de *U. ravoisieri* en el espacio natural se estima entre los 110 y los 200 individuos.

Potomida littoralis. Se han localizado 6 ejemplares, 5 en el lago y 1 en las acequias. Es la especie de náyade con situación de conservación mas crítica, cuando se sabe por los restos que había sido de las más abundantes, especialmente en las acequias. Parece que presenta una preferencia por zonas con gravas y piedras, así como travertinos (roca calcárea que se forma en el lago) o runas.

Anodonta anatina. Solo se han localizado 20 individuos, 10 en el lago y 10 en las acequias. Todas ellas muy dispersas por lo que se considera que no se está reproduciendo de forma natural. Los ejemplares en las acequias también están muy dispersos y se han localizado algunos ejemplares muertos recientemente. Al finalizar el proyecto los 20 ejemplares se han sembrado juntos en un sector del lago cercano a la caseta de fusta.

3.1.4. Translocación de ejemplares adultos de náyade

La translocación de ejemplares adultos de náyade es una de las posibles actuaciones de recuperación de la especie que estaban previstas en el protocolo de actuaciones para la recuperación de la especie.

Los motivos para la translocación de ejemplares son:

- aumentar la distribución natural de la especie en el mismo espacio natural
- fomentar la creación de nuevos puntos de reclutamiento natural
- Mover ejemplares a áreas con mejor hábitat, cuando se localizan poblaciones aisladas o en zonas con hábitat degradado o con riesgo de degradación inminente.
- Evitar la concentración de la mayor parte de los individuos de una población en pocas zonas lo que implica una mayor vulnerabilidad a las perturbaciones (contaminación, vertidos, depredación, secado de acequias, etc.).

Para *Unio ravoisieri* se han localizado solo 109 ejemplares en el lago, y lo que se ha hecho es concentrar los individuos en 5 localidades (tabla 4).

| Origen | | | Destino | | |
|-------------------|----------------------------|----------|---------------------|------------------|-------------|
| Masa de agua | Localidad | Fecha | Masa de agua | Localidad | Numero Ind. |
| Rec d'en Teixidor | Martirià-primer pont, Font | 23/05/12 | Rec de Ca n'Hort | Sardana-1er pont | 27 |
| Rec Major | Canal - C/ Colom | 05/04/13 | Rec de Ca n'Hort | Sardana-1er pont | 31 |
| Rec de ca n'Hort | Martirià-primer pont, Font | 13/08/13 | Riera de Can Morgat | Carretera-Estany | 15 |
| Rec d'en Teixidor | Martirià-primer pont, Font | 13/08/13 | Riera de Can Morgat | Carretera-Estany | 15 |

Tabla 6. Movimientos de náyades adultas de *Unio mancus* entre las localidades de origen en las acequias hasta las de destino, indicando la fecha y el numero de ejemplares.

Para *U. mancus* se han movido algunos ejemplares a otros puntos de las acequias, al lago e incluso a un arroyo de entrada al lago. Se han sustraído 57 ejemplares de los tramos con mejor densidad de náyades de las acequias rec d'en Teixidor y rec de ca n'Hort, de la zona entre la Calle San Martirià y la Creu del Terme. De estos 57 ejemplares, 27 se han sembrado en el tramo inicial más cercano al lago de la acequia de Ca n'Hort, a 10 metros de la calle de la Sardana, donde se sabía que no había náyades puesto que unas obras secaron la zona antes de 2010. Los otros 30 se han sembrado en el arroyo de can Morgat, localizado en el lado este del lago entre la carretera de circunvalación al lago y este mismo, en un lugar que se había prospectado con resultados negativos. Este arroyo es el santuario donde se han mantenido las mejores poblaciones de barbos de montaña y de bagres, peces huésped de las náyades, de todo el espacio natural. Finalmente, a partir de unas obras de dragado de la acequia del rec Major a su paso por el patio de unas casas privadas en la Calle Colon, se realizó un rescate de 31 náyades que fueron



trasladadas de nuevo en el mismo tramo de la acequia de ca n'Hort donde ya se habían liberado 27 ejemplares en 2012 (tabla 6).

3.1.5. Estado final de las poblaciones de náyades

Uno de los resultados más visibles de la recuperación de las poblaciones naturales de náyades del lago es la mejora del estado de sus poblaciones al final del proyecto. Para advertirlo, hay que tener en cuenta la situación inicial de las poblaciones, las actuaciones de translocación de ejemplares realizadas y las sueltas de una parte de los individuos criados en cautividad.

| Acequia-Rec | Tramo | X fin. | Y fin. | UMA | UMA nuevos | AAN | Densidad |
|------------------|----------------------------------|--------|---------|------------|------------|----------|----------|
| Figuera d'en Xo | Estany-Sardana | 480176 | 4663512 | | | | 0 |
| Figuera d'en Xo | Sardana -Cal general | 480419 | 4663579 | | 121 | | 0,275 |
| Figuera d'en Xo | Cal general- Llibertat | 480534 | 4663535 | | | | 0 |
| Figuera d'en Xo | Can Castanyer a la desembocadura | | | | | | |
| Major | Estany-Sardana | 480202 | 4663433 | | | | 0 |
| Major | Sardana-Límit | 480278 | 4663436 | | | | 0 |
| Major | Límit- Quim Rec | 480467 | 4663405 | 1 | | | 0,00 |
| Major | Can Quim-Canat | 480486 | 4663370 | 4 | | | 0,11 |
| Major | Canat-Colom | 480513 | 4663309 | | | | 0 |
| Major | Muralla- Torras | 480911 | 4663028 | | | | 0 |
| Major | Torras-J. Butinyà | 480959 | 4662999 | | | | 0 |
| Major | Butinyà-Blanquers | 481021 | 4662951 | | | | 0 |
| Major | Blanquers-AgriEnergia | 481091 | 4662913 | | | | 0 |
| Major | Paper-Tarragona | 481424 | 4662762 | | | | 0 |
| Major | Salt Parc-Paper | 481475 | 4662776 | | | | 0 |
| Major | Farga d'Aran | 481684 | 4662709 | | | | 0 |
| Major | Canem-Canaleta | 481873 | 4662653 | | | | 0 |
| Guèmol | Estany-Sardana | 480049 | 4663103 | | | | 0 |
| Guèmol | Sardana-Reixa | 480078 | 4663099 | | | | 0 |
| Ca n'Hort | Estany-Sardana | 480172 | 4663605 | | | | 0 |
| Ca n'Hort | Sardana-Cal General | 480348 | 4663620 | 59 | | | 0,25 |
| Ca n'Hort | Cal General-Llibertat | 480536 | 4663619 | 3 | | | 0,01 |
| Ca n'Hort | Llibertat-Martirià | 480609 | 4663631 | 28 | | | 0,31 |
| Ca n'Hort | Martirià-1er pont | 480646 | 4663636 | 36 | | | 0,96 |
| Ca n'Hort | 1er pont- Parking | 480670 | 4663638 | 53 | | | 2,01 |
| Ca n'Hort | Parking-Creu Terme | 480687 | 4663642 | 15 | | | 1,25 |
| Ca n'Hort | Creu Terme-Bassa | 480738 | 4663640 | 18 | | | 0,50 |
| Riera Vella | Bassa | 480750 | 4663630 | 153 | | | 2,55 |
| Riera Vella | Fab. Paper-Surribas | 480885 | 4663553 | 18 | | | 0,09 |
| Riera Vella | Surribas-desembocadura | | | | | | |
| Riera Vella | Vilavenut-Boada | 481422 | 4663332 | | | | 0 |
| Teixidor | Estany-Sardana | 480175 | 4663580 | | | | |
| Teixidor | Sardana-Cal General | 480353 | 4663597 | 3 | | | 0,01 |
| Teixidor | Cal General-Llibertat | 480536 | 4663616 | 6 | | 1 | 0,02 |
| Teixidor | Llibertat-Martirià | 480609 | 4663629 | 75 | | | 0,83 |
| Teixidor | Martirià-1er pont | 480646 | 4663634 | 88 | | | 2,93 |
| Teixidor | 1er pont- Parking | 480670 | 4663636 | 54 | | | 1,96 |
| Teixidor | Parking-Creu Terme | 480687 | 4663640 | 32 | | | 2,13 |
| Teixidor | Creu Terme-Bassa | 480736 | 4663637 | 8 | | 1 | 0,22 |
| Riera Can Morgat | Carretera-Estany | 479598 | 4664446 | 30 | 78 | | 1,29 |
| Total | | | | 684 | 199 | 2 | |

Tabla 7. Estado de las poblaciones de náyades en las acequias y el arroyo de Can Morgat al final del proyecto. En la tabla se indica el nombre de la acequia (La Riera Vella nace de la unión del rec de'n Teixidor y el rec de Ca n'Hort), se indica el tramo de acequia ordenadas des del lago hacia abajo, la localización en UTM Datum ED50 del punto inicial. A continuación también se describe el total de *Unio mancus* (UMA) adultos y los nuevos liberados a partir de la cría en cautividad, y los ejemplares de *Anodonta anatina* (AAN). Los datos de densidad se han obtenido a partir del total de náyades de cada tramo, dividido por su longitud y ancho (ver anexos).



A fecha actual hay un total de **326** *U. ravoisieri* en condiciones naturales en el lago de Banyoles, concentrados en 8 localidades perfectamente identificadas. Se han liberado 224 ejemplares criados en cautividad de 2,5 años de edad (tabla 8). Esto supone un aumento del 202 % respecto a los individuos que se conocían en el lago, o de un 110 % respecto a una población máxima real estimada de 200 ejemplares.

Con respecto a *U. manicus*, hay un total de **1026** ejemplares, localizados 775 en las acequias, 108 en el arroyo de Can Morgat y 143 en el lago principal. De estos 1026 ejemplares unos 648 son parte de la población original del lago, 100 son ejemplares menores de 35 mm, establecidos a partir de la liberación de peces infectados con larvas de náyades, y 278 ejemplares criados en cautividad de 2,5 años de edad (tabla 7 y 8). Esto supone un aumento del 58,3 % respecto a los individuos conocidos en estado natural, o de un 18.9% respecto a una población máxima real estimada de 2000 ejemplares.

| Localización | X ini. | Y ini. | UMA | UMA nuevos | URA | URA Nuevos | PLI | AAN |
|-------------------------------|--------|---------|-----------|------------|------------|------------|----------|-----------|
| Amaradors | 479884 | 4664911 | 2 | | 20 | | | |
| URA2-Caseta de fusta | 480255 | 4664421 | | | | 67 | | |
| Caseta de fusta entrada terra | 480158 | 4664412 | | | 12 | | | |
| Caseta de fusta | 480276 | 4664735 | | | | | | 16 |
| La Cuaranya | 479868 | 4664225 | 1 | | 18 | | | |
| URA1- La Cuaranya | 479866 | 4664228 | | | | 83 | | |
| La Cuaranya | 479857 | 4664231 | | | | | 5 | |
| La Draga-bassa Draga | 480222 | 4664163 | | | 26 | | | |
| URA3- Cap de Bou-Draga | 480153 | 4664160 | | | | 74 | | |
| Banys Vells | 480072 | 4663438 | 4 | 79 | 26 | | | |
| Front Estany-Pesqueres | 479982 | 4663182 | 57 | | | | | |
| Front Estany | 479819 | 4662964 | | | | | | 1 |
| Total | | | 64 | 79 | 102 | 224 | 6 | 16 |

Tabla 8. Estado de las poblaciones de náyades en el lago de Banyoles al final del proyecto. Se indica la zona del lago, las coordenadas centrales en metros UTM ED50 31N, el número de capturas de *Unio manicus* (UMA), *Unio ravoisieri* (URA), *Potomida littoralis* (PLI) y *Anodonta anatina* (AAN). Las columnas donde se indica UMA nuevos y URA nuevos hace referencia a los totales de individuos de 2,5 años criados en cautividad liberados al final del proyecto.

Además de los *U. manicus* y *U. ravoisieri*, hay 6 ejemplares de *Potomida littoralis* localizados hasta la fecha concentrados en una localidad del lago, y 18 *Anodonta anatina*, localizadas 2 en una acequia y otras 16 concentradas también en otra localidad en el lago. Son por lo tanto también urgentes las actuaciones de conservación de estas dos especies en el lago, en peor situación que las dos especies objetivo de este proyecto LIFE. Hay que decir que el Consorci de l'Estany ya ha iniciado las primeras pruebas para lograr criar en cautividad también estas especies en un futuro cercano.

3.2. Recogida y mantenimiento de náyades adultas

3.2.1. Piscinas

Dada la precariedad de la población de náyades residente en el Estany, así como las incertidumbres en cuanto al tema de alimentación de las náyades adultas en cautividad, parecía adecuado mantener un cierto "pool" de reproductores para no tener que repetir las capturas en el medio natural todos los años. La población cautiva debería abarcar la máxima variedad genética posible para reducir el riesgo de endogamia.

Las principales limitaciones de este tipo de actuación han sido:

- Vista la mortalidad de los ejemplares adultos mantenidos en acuarios se ha decidido no mantenerlos en cautividad de forma permanente puesto que si no se



alimentan bien, difícilmente van a ser unos buenos reproductores. La duración de la estancia de las náyades adultas en el laboratorio se ha establecido en un mes como máximo.

- Únicamente se ha mantenido un único ejemplar superviviente de *Unio mancus* recogido el 2010 para realizar las primera pruebas, y que se ha conservado en la piscina 1 hasta ser liberado en el medio natural en abril de 2013.

3.2.2. Acuarios

Era la solución que se consideraba menos viable para la estabulación de adultos a largo plazo debido fundamentalmente a las dificultades de mantener la calidad del agua y la cantidad y calidad de alimento. Sin embargo, sí se ha podido aplicar en determinadas épocas del ciclo vital o de forma puntual en las épocas de infestación de peces con gloquidios.

De los 662 individuos de *U. mancus* utilizados a lo largo del proyecto, aproximadamente 243 se han mantenido en el laboratorio en acuarios para obtener gloquidios, 10 en 2010, 59 en 2011, 80 en 2012 y 94 el 2013. Algunos ejemplares han sido utilizados en diferentes años, por lo que no son 243 individuos diferentes, sino menos. Posteriormente, al finalizar el proceso de reproducción se han devuelto al mismo sitio de recolección.

De los 10 ejemplares de *U. mancus* capturados en 2010, 9 murieron a lo largo de un año y medio mientras se mantenían en un acuario con sedimento y con cambios de agua cada dos días (1/3 del agua) para comprobar la viabilidad de estos ejemplares en cautividad (foto 86, 87). El último ejemplar superviviente a finales de 2011 se trasladó a una de las piscinas exteriores donde se mantuvo en vida hasta su liberación en abril de 2013. El resto de ejemplares utilizados y marcados en 2011 y 2012 se han mantenido y liberado en buenas condiciones no detectándose ninguna baja. En 2011, 2012 y 2013 los acuarios donde se mantenían las náyades no tenían sedimento (foto 88 a 94).

De los 102 individuos de *U. ravoisieri* censados en el lago, han sido utilizados unos 151 individuos en el laboratorio en acuarios para obtener gloquidios, 21 en 2010, 27 en 2011, 38 en 2012, y 65 en 2013. Algunos han sido utilizados en diferentes años, por lo que en realidad se han usado los 102. Aunque en un primer momento se intentó recoger solo náyades hembra grávidas con huevos fecundados en el interior, a la práctica los ejemplares eran trasladados directamente al laboratorio sin separar sexos. Posteriormente, al finalizar el proceso de reproducción se han devuelto a unos de los puntos de concentración establecidos.

Los 21 ejemplares de *U. ravoisieri* capturados en 2010 fueron mantenidos en cautividad durante un máximo de 3 meses en un acuario con sedimento y con cambios de agua (1/3 del agua) cada dos días para comprobar su viabilidad en cautividad. Durante este período se murieron 5 ejemplares. De los 15 ejemplares marcados en 2010 y liberados vivos en el lago, se localizaron en 2010 y 2011 solo 5 vivos, 3 muertos en 2011, 4 muertos en 2012 y los otros 3 nunca se recuperaron.

Estos datos demuestran que esta especie no tolera bien la cautividad, no se alimentaron en buenas condiciones en los acuarios, y los que fueron liberados vivos no se pudieron recuperar en la naturaleza y se fueron muriendo. Debido a esta alta sensibilidad y para evitar futuras mortalidades en 2011, 2012 y 2013, se han mantenido los ejemplares en cautividad un tiempo inferior a un mes.

3.3. Mantenimiento de peces

Para la reproducción de las náyades es necesario disponer de peces huésped para ser infectados con sus larvas. Este proceso se puede realizar de forma instantánea, es decir, en el momento que se obtienen gloquidios de náyade: el mismo día que se va a pescar peces hospedadores al río o al lago, se infectan y se sueltan otra vez



para que la maduración y caída de náyades juveniles siga un proceso natural. Esto se ha realizado en alguna ocasión durante este proyecto, soltando peces en el lago, aunque la línea principal del proyecto está centrada en la reproducción en cautividad, por lo que se requiere cerrar todo el ciclo reproductor en el laboratorio.

No se conocen experiencias previas de mantenimiento en cautividad de barbos de montaña, bagres y pez fraile, por lo que el proyecto ha requerido de un proceso de aprendizaje constante. Sí que se sabía que los peces autóctonos son de difícil mantenimiento en cautividad, por lo que se requiere un cuidado constante y el aprendizaje de estrategias para la mejora de sus condiciones.

Los peces utilizados para la cría de náyades son aquellos descritos en la bibliografía, pero también se han realizado algunas pruebas con otras especies presentes en la zona.

La cría de *U. mancus* a partir de experimentos realizados en laboratorio (Araujo y col., 2005) puede utilizar hasta siete especies diferentes de peces hospedadores de gloquidios: *Barbus graellsii*, *Barbus haasi*, *Squalius pyrenaicus*, *Squalius cephalus*, *Chondrostoma miegii*, *Phoxinus phoxinus* y *Salaria fluviatilis*. De estos en el lago de Banyoles se encuentran *B. graellsii*, de forma introducida, *S. laietanus* y *S. fluviatilis*. Los tres han sido utilizados en este proyecto, así como la otra especie autóctona de barbo, *B. meridionalis*, que al ser del mismo género también ha resultado ser un buen hospedador. Se han realizado también algunas pruebas con otras especies de peces exóticos, únicamente con éxito con *Phoxinus phoxinus*.

La cría de *U. ravoisieri* en los trabajos que se realizaron en el Parque Natural de la Zona Volcánica de la Garrotxa (PNZVG), (Minuartia, 1995-2005), se hizo con dos especies: el bagre (*Squalius laietanus*) especialmente, aunque también funciona con el barbo (*Barbus meridionalis*). Los dos han sido utilizados en este proyecto, así como la otra especie autóctona, *S. fluviatilis*. Se han realizado también algunas pruebas con otras especies de peces exóticos.

La experiencia de 4 años de proyecto trabajando con peces y la información compartida con otros centros de piscicultura con los que se ha estado en contacto, nos ha demostrado que los peces necesitan un periodo de adaptación a la cautividad antes de ser utilizados para la cría de náyades. Se requiere una progresiva adaptación de los peces a la cautividad y a la alimentación con piensos y alimentos congelados. Este tiempo es menor si se quiere trabajar en condiciones de temperatura baja del agua, y mayor en cuando sube la temperatura. El estrés es el principal factor que afecta negativamente los peces, que en condiciones de temperatura superior a los 20 grados, favorece la aparición de enfermedades como el punto blanco.

3.3.1. Piscinas

En las instalaciones del proyecto se han construido 8 piscinas de hormigón de 1,5 x 1,2 metros y 1,2 de alto (capacidad máxima: 2160 litros, de uso 1600 l.), con un sistema de distribución de agua procedente del lago y dos desagües, uno superficial y otro de fondo (fotos 51 a 57). Las piscinas son el sistema principal escogido para el mantenimiento de peces en estoc para la reproducción de náyades. Tal como se ha comentado, debido a las necesidades de aclimatación de los peces a la cautividad, para poder disponer de peces en buenas condiciones en abril, cuando empieza el periodo de reproducción de las náyades, hay que disponer de los peces en cantidad suficiente al menos con tres meses de anterioridad. En enero ya se debe disponer de algunos centenares de peces en piscinas.

Se ha intentado mantener entre 200 y 300 peces en cautividad a principio de cada periodo de cría de náyades, repartidos en 3 o 4 piscinas (foto 96). Estas piscinas, dado que albergan peces alimentados con pienso compuesto, necesitan un gran esfuerzo de mantenimiento y saneamiento frente a la colonización de saprofitos



infecciosos y/o parásitos. Son necesarios cambios de agua, limpieza de fondos con aspirador y tratamientos preventivos con fungicidas y antibióticos.

En 2011 se disponía de 100 barbos, 100 bagres y 30 peces fraile en condiciones de cautividad en el laboratorio para ser utilizadas como pez huésped. Las 3 especies son buenas hospedadoras de gloquidios, pero presentan algunas características diferentes. El pez fraile puede soportar, por su pequeño tamaño, una baja carga de larvas en sus branquias, con una baja productividad de juveniles. Por lo que refiere al bagre, se han visto altos índices de mortalidad, mostrándose más sensible al estrés. El barbo de montaña ha sido el mejor pez hospedador para trabajar en cautividad, utilizado preferentemente a partir de 2012 y sobretodo en 2013; en 2013 también se ha utilizado el barbo del Ebro (*B. graellsii*), que es un buen hospedador y que aunque en la zona está considerada una especie introducida, ha sido utilizada por la facilidad de obtener ejemplares en zonas cercanas, por su resistencia a la cautividad y por su mayor tamaño. En 2012 se capturaron para el laboratorio unos 300 barbos de montaña repartidos en tres piscinas, y en 2013, unos 200 barbos de montaña y 100 barbos del Ebro.

3.3.2. Acuarios y tanques depósitos

Solamente se utilizarán en las épocas inmediatamente anteriores y durante la infección con gloquidios. Los peces aclimatados y mantenidos en piscinas exteriores en marzo se trasladan al interior del laboratorio, un mes antes del inicio del periodo de cría, donde se mantienen en tanques depósitos y acuarios (foto 79 a 81). Luego el sistema se va retroalimentado, generando un movimiento constante de peces entre las piscinas, los acuarios y los tanques.

Los peces silvestres tienen unas necesidades de oxigenación y de control de sustancias disueltas en el agua (amonio y demás ictiotóxicos) bastante estricto, de manera que el sistema de circulación de agua debe ser potente, y el caudal de agua empleado muy grande. Para ello los acuarios y tanques disponen de sistemas de filtros y se realizan cambios de agua de forma periódica.

La experiencia adquirida en el laboratorio nos ha mostrado que para un tanque de 250 litros la cantidad de peces no debe superar los 25 ejemplares, y para un acuario de 100 litros, 10 peces. El tamaño medio de peces utilizado está entre los 10 y los 20 centímetros. Es vital tener en cuenta el tamaño de los peces para no sobrecargar los acuarios. Una elevada presencia de peces puede suponer una mayor concentración de nitratos en el agua derivados de la alimentación y de la excreción de las heces. Las subidas puntuales de nitratos son el motivo de mortalidades masivas espontáneas al cabo de unos días. Estos episodios de subida de nitratos son especialmente nocivos en los meses de temperaturas superiores a los 20 grados (junio a agosto), o cuando los peces tienen una elevada carga de gloquidios en las branquias, lo que también dificulta su respiración.

3.3.3. Prevención de las infecciones

Para evitar la proliferación de infecciones (foto 115, 116) en los peces se aplica un protocolo estricto de prevención y desinfección. Estas son algunas de las recomendaciones que se han aplicado:

- Limpieza mecánica periódica de filtros, acuarios y material.
- Desinfección de los materiales utilizados: salabres, pipetas, placas de petri, componentes de acuarios, etc. Se utilizará una dilución de 1 a 10 de lejía apta para consumo humano dejando actuar durante 10 minutos como mínimo. Posteriormente se enjuaga con abundante agua el material.
- Tratamientos de los peces entrantes al laboratorio:
 - Primer tratamiento: Utilización del antibiótico enrofloxaxina. Aplicación de una solución de enrofloxaxina de 25 mg/ml al 2,5% (4 ml por cada



100 litros de agua). El tratamiento es de 24 horas y es preventivo para diferentes enfermedades de los peces (foto 112).

- Segundo tratamiento: Utilización de verde de malaquita para evitar la enfermedad del "punto blanco". Aplicación de un baño de 1 mg por cada 10 litros de forma preventiva. En caso de infección hay que repetir el tratamiento a los 2-3 días (foto 113, 114).

Se ha comprobado previamente que los tratamientos no afectan al desarrollo de la metamorfosis ni a la viabilidad de los juveniles de náyades, puesto que se han recogido juveniles vivos de peces que habían sido tratados con antibiótico y verde de malaquita durante el proceso de maduración de los gloquidios. Lo que no se ha podido comprobar es si estos juveniles viables tienen luego mayor supervivencia que los no tratados.

3.3.4. Alimentación

Para mantener los peces en un estado físico óptimo es vital poder alimentar de forma correcta a los peces con una dieta variada y equilibrada (foto 123). No es fácil obtener una alimentación a base de pienso específica para las especies autóctonas utilizadas, pues no existe en el mercado un producto con tales características.

En base a la experiencia de otros centros de cría se ha optado por una alimentación a base de pienso para truchas de la marca: T-2 Optiline Skretting complementado con alimento congelado (larva roja, krill, artemia, larva blanca,...) y pienso para ciprínidos marca ASTRA-POND MULTISTICKS. Se ha utilizado el pienso en proporción 0,5-0,7% del peso del pez. Durante el invierno e inicio de primavera se ha alternado cada tipo de alimentación, con una aportación diaria de comida, y se ha dejado dos días sin comer a los peces. En verano se alternan 4 días con pienso de truchas, 2 con comida congelada y uno de descanso sin comida. Se ha establecido un calendario y una dieta para el mantenimiento de los peces.

Los objetivos del mantenimiento de peces en cautividad no son ni la cría de peces, ni su engorde, por lo que los requerimientos alimenticios deben ser los mínimos para mantener los peces en condiciones óptimas para albergar los gloquidios. Además una alimentación ajustada al mínimo evita el riesgo de una sobrealimentación, de la aparición de patógenos o de la subida de los nitratos y otros residuos en el agua que podrían perjudicar su salud.

| Especie | Época | Lunes | Martes | Miércoles | Jueves | Viernes | Sábado | Domingo |
|---------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|--------------------------|----------------|----------|
| Barbo | Invierno | Larva roja 0,5% | Descanso | P. Trucha 0,5% | Descanso | P. Trucha 0,5% | Descanso | Descanso |
| Bagre | Invierno | Larva roja 0,5% | Descanso | P. Trucha 0,5% | Descanso | P. Trucha 0,5% | Descanso | Descanso |
| Fraile | Invierno | Larva roja 0,5% | Descanso | Descanso | Mejillón | Descanso | Descanso | Descanso |
| Barbo | Primav.-Verano | P. Trucha 0,7% | P. ciprín. 0,5% | Descanso | P. Trucha 0,5% | Larva roja / Gusano 0,5% | P. Trucha 0,7% | Descanso |
| Bagre | Primav.-Verano | P. Trucha 0,3% | P. ciprín. 0,3% | Descanso | P. Trucha 0,3% | Larva roja / Gusano 0,5% | P. Trucha 0,5% | Descanso |
| Fraile | Primav.-Verano | Larva roja 0,5% | Descanso | P. Trucha 0,7% | Descanso | Mejillón congelado | Descanso | Descanso |

Tabla 9. Calendario de alimentación de las tres especies de peces del laboratorio, separando la dieta de invierno de la de primavera verano. Se indica el porcentaje respecto al peso del pez de cada tipo de pienso. Se ha utilizado este calendario de forma orientativa, como base, siendo parcialmente modificado o alterado según las necesidades diarias o la disponibilidad de alimento.

| ASTRA-POND MULTISTICKS | | Aditivos por Kg. | |
|------------------------|-----|------------------|--------------|
| Grasa bruta | 3% | Vitamina A | 12000 UL/Kg. |
| Proteína bruta | 21% | Vit D3 | 1500UL/Kg. |
| Fibra bruta | 3% | Vit C | 50 mg/Kg. |
| Cenizas brutas | 8% | Vit E | 8 mg/Kg. |

Tabla 10. Composición del pienso para ciprínidos de la marca Astra-Pond Multisticks, utilizada inicialmente en 2011 y 2012.



| T-2 Optiline Skretting | | Aditivos por Kg. Vitaminas, provitaminas y sustancias definidas de efecto análogo | |
|--|------------|---|-------------|
| Aceites y grasa bruta | 21% | Hierro - FE (Carbonato ferroso) E1 | 40 Mg /Kg. |
| Proteína bruta | 44% | Iodo - I (Yoduro potásico) E2 | 2 Mg /Kg. |
| Fibra bruta | 3,20% | Cobalto Co E3 | 0,0 Mg /Kg. |
| Cenizas brutas | 5,30% | Cobre (Sulfato cúprico pentahidratado) E4 | 5 Mg /Kg. |
| Fósforo | 0,80% | Zinc Zn (Oxido de Zinc) E6 | 90 Mg /Kg. |
| Calcio | 0,80% | Molibdeno Mo (Molibdato de amonio) E7 | 0,0 Mg /Kg. |
| Sodio | 0,40% | Selenio Se (Selenito de sodio) E8 | 0,0 Mg /Kg. |
| Aditivos | | Antioxidantes | |
| Vitamina A E672 | 750 UI/Kg. | | |
| Vitamina D3 E671 | 750 UI/Kg. | | |
| Composición: Aceite de pescado, Trigo, Harina de pescado, Gluten de trigo, Harina de girasol, Harina de sangre, Harina de extracción de soja tostada, Concentrado de proteína de soja y Gluten de maíz. | | | |

Tabla 11. Composición del pienso para truchas de la marca T-2 Optiline Skretting, utilizados preferentemente a partir de 2012.

3.4. Seguimiento de la temperatura del laboratorio y el lago

3.4.1. Temperatura del laboratorio e equipamientos

Desde un primer momento se consideró de suma importancia el control de las condiciones de temperatura del laboratorio de cría de náyades, tanto de las instalaciones generales, como de los acuarios, tanques, piscinas, y demás instalaciones. El primer objetivo era hacer un seguimiento de la temperatura natural de los hábitats donde había náyades, en el lago y en las acequias, e intentar mantener la misma temperatura en el laboratorio de cría donde se mantenían las náyades. En segundo lugar, conociendo el aumento del riesgo de enfermedades en los peces a partir de una temperatura del agua de 21 grados, especialmente el punto blanco, se ha buscado la forma de monitorizar y controlar la temperatura del agua de donde se mantienen los peces para reducir las enfermedades y evitar tratamientos costosos e incluso su muerte. En la tabla se listan el lugar y el sistema de control de datos que se ha utilizado para el control de temperatura.

| Localización / Tipo de sensor de Tª | Sensor automático interno o termostato | Termómetro clásico de máx. y mín. | Termómetros de acuario | Sensor pila botón especial sumergido |
|-------------------------------------|--|-----------------------------------|------------------------|--------------------------------------|
| Aire acondicionado | Datos de 2012-2013 | | | |
| Entrada de agua del lago | Datos de 2012-2013 | | | |
| Laboratorio | | De 2010 a 2013 | | |
| Exterior Laboratorio | | De 2010 a 2011 | | De 2011 a 2013 |
| Acuario | | | De 2010 a 2013 | 2011 el Acuario N1 |
| Tanque | | | De 2011 a 2013 | |
| Incubadora | | | De 2011 a 2013 | De 2012 a 2013 |
| Tupper | | | De 2012 a 2013 | |
| Piscina | | | De 2011 a 2013 | De 2011 a 2013 |
| Tubo | | | 2013 | 2013 |
| Canal | | | 2013 | |

Tabla 12. Tabla del equipamiento monitorizado y clases de sensor o termómetros utilizados para su seguimiento. Se indica los años durante los que se han tomado datos con cada sistema en cada localización.

Interior Laboratorio: Se dispone de un termómetro sencillo de temperatura ambiente, máxima y mínima. Esta temperatura viene determinada por la temperatura ambiente del exterior y por el funcionamiento del aire acondicionado en primavera-verano, y la calefacción en invierno. Los datos de la tabla 13 indican el promedio mensual por año de estos tres datos. En invierno de 2010-11 no funciona la calefacción por inactividad del laboratorio. En invierno de 2011-12 funciona la calefacción a 10 grados, y en 2012-13 a 14 grados (Tabla 14), tal como indican las temperaturas mínimas (tabla 13). En invierno de 2011-12 estaba la incubadora con juveniles sembrados en funcionamiento, y en el de 2012-13 se realizó el experimento de crecimiento en los tupperes y se mantuvo en



funcionamiento la pila de incubación. El invierno de 2013-14 el laboratorio se ha mantenido inactivo. Como se puede comprobar, durante los meses de mayo, junio y julio se ha intentado mantener una temperatura ambiente media menor de 21 grados para evitar el ataque de hongos y otras enfermedades a los peces cuando están infectados con gloquidios. Las temperaturas más frías de abril favorecen el bienestar de los peces y la efectividad de las infecciones con gloquidios, aunque la maduración de estas es más lenta.

| Mes | Temperatura ambiente | | | | Temperatura máxima | | | | Temperatura mínima | | | |
|------------|----------------------|------|------|------|--------------------|------|------|------|--------------------|------|------|------|
| | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
| Enero | | 6,2 | 11,0 | 14,9 | | 17,6 | 14,3 | 15,7 | | 5,0 | 9,8 | 13,9 |
| Febrero | | 5,3 | 10,2 | 14,9 | | 14,6 | 12,6 | 17,1 | | 4,6 | 9,3 | 13,9 |
| Marzo | | | | 16,8 | | | | 19,5 | | | | 14,4 |
| Abril | | 14,9 | 14,9 | 16,2 | | 18,9 | 18,4 | 20,5 | | 13,8 | 13,4 | 15,0 |
| Mayo | | 17,5 | 18,3 | 18,0 | | 20,8 | 20,5 | 21,1 | | 16,4 | 16,9 | 16,5 |
| Junio | | 20,5 | 21,1 | 20,5 | | 22,1 | 23,7 | 22,5 | | 18,6 | 19,6 | 18,5 |
| Julio | | 21,7 | 22,5 | 24,5 | | 22,8 | 24,7 | 24,6 | | 20,2 | 20,6 | 19,4 |
| Agosto | 20,1 | 22,3 | | | 22,8 | 23,1 | | | 19,6 | 20,6 | | |
| Septiembre | 19,0 | | | | 21,7 | | | | 18,1 | | | |
| Octubre | 15,3 | | | | 19,8 | | | | 14,1 | | | |
| Noviembre | 8,1 | | | | 13,9 | | | | 6,9 | | | |

Tabla 13. Temperatura ambiente, máxima y mínima en el interior del laboratorio de cría de náyades. Se indica el promedio mensual de cada año. Faltan algunos datos de los meses de invierno cuando el laboratorio se mantiene inactivo o con actividad mínima.

| Mes | 2012 | | 2013 | |
|---------|----------|----------|----------|----------|
| | 1ª Temp. | 2ª Temp. | 1ª Temp. | 2ª Temp. |
| Enero | 10 | | 14 | |
| Febrero | 10 | | 14 | |
| Marzo | 10 | | 14 | |
| Abril | 18 | | 14 | 20 |
| Mayo | 18 | 19 | 20 | |
| Junio | 19 | 19,5 | 20 | 21 |
| Julio | | | 21 | |

Tabla 14. Temperatura de programación del termostato del Aire Acondicionado del laboratorio de cría de náyades. Se indica la temperatura a la cual funciona el Aire acondicionado (mayo-septiembre) o la calefacción (octubre-abril) en cada mes, indicando una segunda temperatura cuando esta se cambia para adecuarla a las necesidades del laboratorio.

Tabla 15. Temperatura promedio mensual del agua bombeada directamente del lago.

| Mes | Tª 2012 | Tª 2013 |
|---------|---------|---------|
| Enero | 8,5 | 7,9 |
| Febrero | 7,0 | 7,1 |
| Marzo | | 10,0 |
| Abril | 12,2 | 13,0 |
| Mayo | 17,0 | 15,7 |
| Junio | 21,6 | 19,3 |
| Julio | 23,7 | 24,0 |

Entrada de agua del lago: El agua llega al laboratorio de cría después de ser bombeada desde lago. Previamente a la entrada del laboratorio se instaló un termómetro de control del agua que además permite a través de una válvula de seguridad y de un programador evitar la entrada de agua demasiado caliente o fría en el laboratorio (foto 70 y 72). Se evita dejar entrar agua a más de 26 grados (máximo para el agua superficial del lago) y a menos de 5. El promedio de temperatura de los años 2012 y 2013 nos indica que existe una cierta variación en la temperatura del agua que entraba al laboratorio. Esta variación está causada por la localización de la bomba, que en 2012 estaba a mas profundidad en el lago (6 metros) que en 2013 (2,5 metros), con lo que el agua era ligeramente mas caliente en invierno y mas fría en verano. Se puede también comprobar que la primavera de 2013 ha sido mas fría que la de 2012 (tabla 15).



La temperatura de entrada del lago no se puede controlar, ni calentar, ni enfriar de forma artificial, solo de forma puntual utilizando calentadores de acuarios. Esto quiere decir que los acuarios, tanques, y demás instalaciones del interior del laboratorio reciben una agua a temperatura ambiente, por ejemplo muy caliente en verano (24, 25 grados), y que hay que enfriar utilizando el aire acondicionado.

Temperatura de entrada del agua del lago

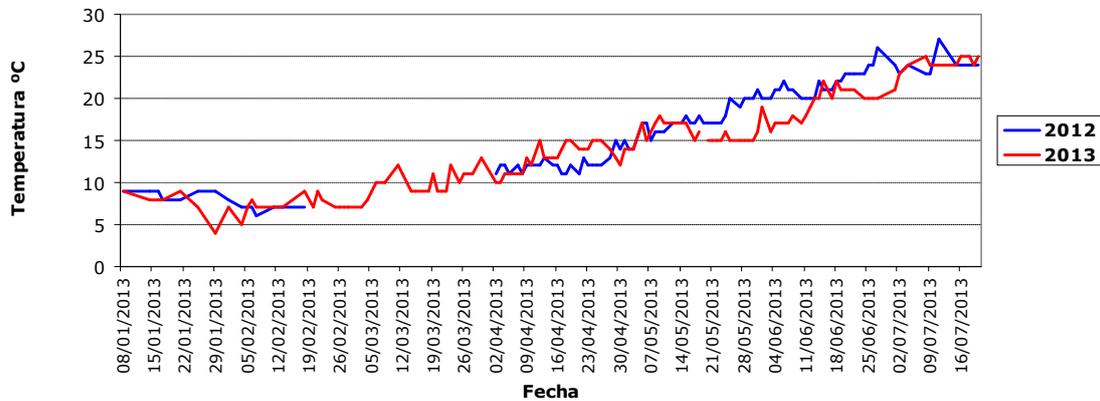


Figura 1. Temperatura diaria del agua bombeada desde el lago en 2012 y 2013. Se indica la fecha de 2013 en abscisas, pero también incluye los datos por las mismas fechas de 2012.

Recipientes con agua en el interior del laboratorio (acuarios, tanques, incubadoras y tupperes): En el interior del laboratorio se han mantenido cada año entre 5 y 12 acuarios de 100 litros, 4 tanques de 250 litros, depósitos cilindrocónicos de 190 litros, una incubadora de 2 metros de largo con agua corriente y unos tupperes de 400 ml de agua. A modo descriptivo se han recogido algunos promedios de temperatura mensuales para cada uno de los tipos de recipientes (tabla 16).

Para interpretar los datos hay que considerar que los tanques, aunque están equipados con un filtro mecánico, tienen una renovación diaria parcial del agua a través de un programador automático. Por eso en marzo y abril hay temperaturas mas bajas, y en julio mas altas que en los acuarios, que no tienen una renovación del agua tan frecuente. La pila de incubación también tiene una renovación del agua programada, esto repercute con unas temperaturas más altas en julio y más bajas en enero y febrero. En cambio, los tupperes son recipientes cerrados mantenidos en una caja de porexpan, con cambios de agua cada 5 días, pero cuya temperatura esta más en sintonía con la temperatura interior del ambiente del laboratorio (temperaturas menos extremas). Se puede comprobar que el agua en los acuarios, tanques y depósitos cilindrocónicos en junio no superan los 21 grados, importante para prevenir enfermedades infecciosas en los peces. Esta precaución no hay que tenerla en los tupperes y la pila de incubación que son medios de cría de náyades y no son utilizadas por los peces.

| Tª | Acuario | Tanque | Cilindro. | Pila incubación | | Tupperes | |
|---------|---------|--------|-----------|-----------------|------|----------|------|
| Mes | 2013 | 2013 | 2013 | 2012 | 2013 | 2012 | 2013 |
| Enero | | | | 11,1 | 10,9 | | 12,2 |
| Febrero | | | | 9,8 | 9,8 | | 12,1 |
| Marzo | 15,6 | 13,9 | | 13,0 | 14,0 | | 13,5 |
| Abril | 17,0 | 14,8 | 16,0 | 15,1 | 16,2 | | 14,5 |
| Mayo | 17,4 | 17,5 | 18,2 | 19,1 | 18,7 | 17,4 | 16,5 |
| Junio | 19,2 | 19,5 | 18,7 | 23,3 | 21,7 | 19,9 | 19,2 |
| Julio | | | | 24,1 | 25,5 | 21,2 | 21,4 |

Tabla 16. Temperatura promedio mensual del agua de distintos depósitos o recipientes del interior del laboratorio de cría de náyades.



Exterior del laboratorio: Se utiliza un termómetro simple de máximos y mínimos que a finales de 2011 empieza a fallar y es retirado. Los datos permiten observar máximos de 27 grados de promedio en agosto y mínimos cercanos a los 0 grados en invierno.

| Mes | Tª exterior | | Tª máx. | | Tª Min. | |
|------------|-------------|------|---------|------|---------|------|
| | 2010 | 2011 | 2010 | 2011 | 2010 | 2011 |
| Enero | | 2,8 | | 11,8 | | 0,9 |
| Febrero | | 0,9 | | 13,4 | | 0,3 |
| Abril | | 11,7 | | 21,7 | | 8,7 |
| Mayo | | 19,2 | | 24,1 | | 12,8 |
| Junio | | 20,5 | | 24,4 | | 15,9 |
| Julio | | 21,1 | | 25,1 | | 17,1 |
| Agosto | | 23,0 | | 26,9 | | 17,6 |
| Septiembre | 14,5 | | 19,1 | | 12,3 | |
| Octubre | 11,7 | | 16,8 | | 9,7 | |
| Noviembre | 4,3 | | 12,7 | | 2,8 | |

Tabla 17. Temperatura promedio mensual ambiente del exterior del laboratorio, indicando el promedio de las máximas y las mínimas.

Recipientes con agua del exterior del laboratorio (piscinas, canales y tubo): En el exterior del laboratorio están las 8 piscinas, de las cuales una dispone de un termómetro de acuario y de un sensor de temperatura. En 2013 se han construido unos canales de hormigón y unos canales con un tubo cilíndrico que contienen juveniles de náyades y con agua corriente donde también se ha controlado la temperatura. Las temperaturas de la tabla 18 están tomadas con el termómetro de acuario y muestran la estabilidad en la piscina exterior que contiene juveniles de náyades.

| Tª | Piscina 1 exterior | | | | Canal | Tubo |
|------------|--------------------|------|------|------|-------|------|
| Mes | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2013 | 2013 |
| Enero | | 6,0 | 8,9 | 8,5 | | |
| Febrero | | 6,0 | 7,0 | 8,2 | | |
| Abril | | | | 10,7 | | |
| Març | | 13,8 | 13,4 | 13,6 | | |
| Mayo | | 17,4 | 17,7 | 17,3 | 15,4 | 15,5 |
| Junio | | 20,7 | 22,8 | 20,6 | 19,7 | 19,9 |
| Julio | | 22,4 | 24,6 | 24,5 | 24,6 | 24,6 |
| Agosto | | 23,3 | | | | |
| Septiembre | 18,6 | | | | | |
| Octubre | 16,1 | | | | | |
| Noviembre | 6,5 | | | | | |

Tabla 18. Temperatura promedio mensual de las piscinas exteriores entre 2010 y 2013, y de los nuevos canales del 2013.

3.4.2. Comparativa de la temperatura del laboratorio con la del Lago y acequias

Para tener un mayor control de la temperatura y para conocer más en detalle la evolución de esta variable en el sedimento del lago y las acequias se adquirieron 6 dispositivos (datta-loggers) para registrar la temperatura del agua. Estos dispositivos registran la temperatura en continuo cada 4 horas, con la posibilidad de registrar datos durante 1 año de forma interrumpida (foto 118, 119).

El modelo de data-logger es un "Kit Termotronic Industrial Professional" formado por el sensor en forma de una pila de botón y un programa "TermoInd program" que permite la recogida de datos y la programación del sensor. Los sensores



disponen de un certificado IP68 y tienen la capacidad de funcionar en condiciones debajo del agua hasta 30,5 metros de profundidad al menos durante 24 horas. En nuestro caso los sensores se han introducido en una cápsula de cobre estanca construida artesanalmente pensando en evitar la entrada de agua, asegurar la estanquidad del recipiente, permitir la transmisión de la temperatura sin errores y la posibilidad de depositar la capsula debajo del agua (fotos 120 a 121). Los sensores se han colocado en 6 localidades:

- Sensor 1. LAB ext. Localizado en el exterior del laboratorio de cría de náyades en la zona de la granja de Casa Nostra. En un recipiente de plástico colgado a la sombra en una valla a 1.5 metros de altura. Recoge las variaciones diarias de la temperatura ambiente. Presenta el promedio de temperatura más baja de todos los sensores, por el efecto termoregulador que tiene el agua, que provoca que los otros sensores introducidos en agua tengan temperaturas superiores. En funcionamiento desde finales de 2011.
- Sensor 2. PIS1. Dentro de la piscina 1 del exterior del laboratorio. Esta piscina ha albergado juveniles de *U. mancus* a lo largo del proyecto. El sensor está protegido con una cápsula y sumergido dentro de una malla plástica a 1 metro de profundidad dentro de la piscina. En funcionamiento desde mayo de 2011.
- Sensor 3. PINC. Colocado en la Pila de Incubación de dentro del laboratorio desde diciembre de 2011. Anteriormente había estado situado en un tanque de 250 litros de agua durante el 2011. El sensor está protegido con una cápsula.
- Sensor 4. REC. Acequia de Can Teixidor a su paso por el centro de Banyoles. El sensor está protegido con una cápsula y atado a un muerto pequeño de hormigón medio enterrado en el sedimento de la acequia. El sensor queda situado a unos 10 cm por encima del sedimento de la acequia, y a unos 40-50 cm de profundidad con agua corriente procedente del desagüe del lago. Coincide con el punto de gran densidad de náyades en las acequias debajo de un puente de acceso a un garaje (Tramo C/ Martirià y primer puente); coordenadas UTMx 480647 UTM y 4663634 (Datum ED50).
- Sensor 5. Cap de Bou. Sumergido en el fondo del lago de Banyoles en la zona del Cap de Bou, norte del lago, cerca del Parque de la Draga. El sensor está protegido con una cápsula y atado a un muerto pequeño de hormigón medio enterrado en el sedimento del lago. El sensor queda situado a unos 15 cm por encima del sedimento y a unos 2 m de profundidad. Coincide con el punto de concentración de náyades UTMx 480222 UTM y 4664630 (Datum ED50).
- Sensor 6. Amaradors. Sumergido en el fondo del lago de Banyoles en la zona de los Amaradors, norte del lago, una zona menos sometida a los vientos de norte, con baja renovación del agua y un sedimento ligeramente diferente. El sensor está protegido con una cápsula y atado a un muerto pequeño de hormigón medio enterrado en el sedimento del lago. El sensor queda situado a unos 15 cm por encima del sedimento, y a unos 2-2'5 m de profundidad. Coincide con el punto de concentración de náyades UTMx 479882 UTM y 4664900 (Datum ED50).

La lectura de los datos de cada colonia de náyades del lago al final del año nos va a indicar la evolución de la Tª del lugar donde viven las náyades. Son 6 registros diarios, uno cada 4 horas: a las 00:00h, las 04.00h, las 08.00h, las 12.00h, las 16.00h y las 20.00h. Cada botón de toma de datos se ha colocado clavado sobre una superficie vertical (muerto de hormigón) a unos 15 cm del sedimento del fondo y marcado a poca distancia por un boyarín. Cada 12 meses hay que descargar los datos y reprogramar el sensor (foto 121).

A partir de abril hay que ajustar la temperatura de los acuarios de dentro del laboratorio donde tenemos las náyades a la del agua del lago, o en su defecto, ajustar la temperatura del aire acondicionado o calefacción.



Temperatura promedio mensual 2011-2013

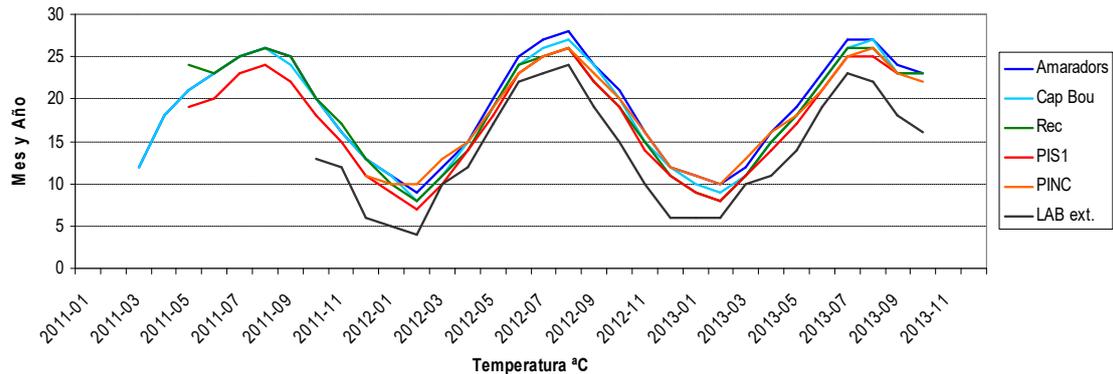


Figura 2. Temperatura promedio mensual de los sensores automáticos de temperatura colocados en diferentes localidades, entre marzo de 2011 hasta octubre de 2013.

La figura 2 muestra la evolución de las temperaturas a lo largo del proyecto en los 6 sensores. El sensor de Amaradors tiene un promedio superior de temperatura, similar a la del Cap de Bou, un poco superior a la de la acequia. La pila de incubación en invierno es la que tiene una temperatura mayor al estar dentro del

| Año - mes | Amaradors | Cap Bou | Rec | PIS1 | PINC | LAB ext. |
|-----------|-----------|---------|-----|------|------|----------|
| 2011-01 | | | | | | |
| 2011-02 | | | | | | |
| 2011-03 | 12 | 12 | | | | |
| 2011-04 | 18 | 18 | | | | |
| 2011-05 | 21 | 21 | 24 | 19 | | |
| 2011-06 | 23 | 23 | 23 | 20 | | |
| 2011-07 | 25 | 25 | 25 | 23 | | |
| 2011-08 | 26 | 26 | 26 | 24 | | |
| 2011-09 | 25 | 24 | 25 | 22 | | |
| 2011-10 | 20 | 20 | 20 | 18 | | 13 |
| 2011-11 | 16 | 16 | 17 | 15 | | 12 |
| 2011-12 | 13 | 13 | 13 | 11 | 11 | 6 |
| 2012-01 | 11 | 11 | 10 | 9 | 10 | 5 |
| 2012-02 | 9 | 8 | 8 | 7 | 10 | 4 |
| 2012-03 | 12 | 11 | 11 | 10 | 13 | 10 |
| 2012-04 | 15 | 15 | 14 | 14 | 15 | 12 |
| 2012-05 | 20 | 19 | 19 | 18 | 19 | 17 |
| 2012-06 | 25 | 24 | 24 | 23 | 23 | 22 |
| 2012-07 | 27 | 26 | 25 | 25 | 25 | 23 |
| 2012-08 | 28 | 27 | 26 | 26 | 26 | 24 |
| 2012-09 | 24 | 24 | 22 | 22 | 23 | 19 |
| 2012-10 | 21 | 20 | 19 | 19 | 20 | 15 |
| 2012-11 | 16 | 15 | 15 | 14 | 16 | 10 |
| 2012-12 | 12 | 12 | 11 | 11 | 12 | 6 |
| 2013-01 | 11 | 10 | 9 | 9 | 11 | 6 |
| 2013-02 | 10 | 9 | 8 | 8 | 10 | 6 |
| 2013-03 | 12 | 11 | 11 | 11 | 13 | 10 |
| 2013-04 | 16 | 15 | 15 | 14 | 16 | 11 |
| 2013-05 | 19 | 18 | 18 | 17 | 18 | 14 |
| 2013-06 | 23 | 22 | 22 | 21 | 21 | 19 |
| 2013-07 | 27 | 26 | 26 | 25 | 25 | 23 |
| 2013-08 | 27 | 27 | 26 | 25 | 26 | 22 |
| 2013-09 | 24 | 23 | 23 | 23 | 23 | 18 |
| 2013-10 | 23 | 23 | 23 | | 22 | 16 |
| 2013-11 | | | | | | |
| 2013-12 | | | | | | |

Tabla 19. Temperatura promedio mensual de las piscinas exteriores entre 2010 y 2013, y de los nuevos canales del 2013.

laboratorio. La temperatura más baja es la que corresponde al sensor del exterior del laboratorio, no sumergido en agua como los otros. La poblaciones de náyades del lago están sometidas a temperaturas medias de 26 y 27 grados en verano y de 9 o 10 grados en invierno. A lo largo del proyecto hay algunas diferencias anuales. La primavera del 2011 fue más calurosa y el agua del lago estaba más alta que en 2012 y 2013, y por lo contrario, en verano fue más alta en 2012 y 2013 que en

2011, tal como muestran los datos comparativos del sensor de los Amaradors (Figura 3).

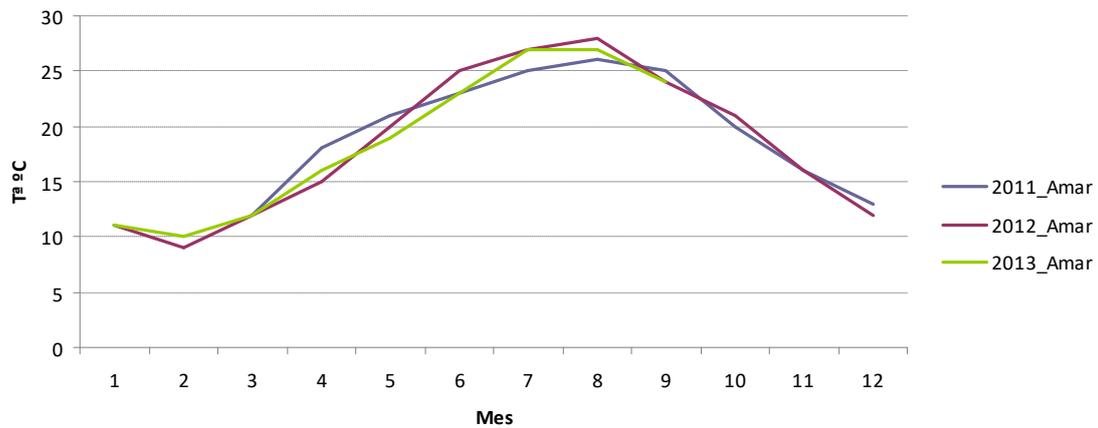


Figura 3. Temperatura promedio mensual del sensor situado en los Amaradors en el lago comparando los años 2011, 2012 y 2013.

La temperatura del lago de Banyoles presenta un comportamiento similar año tras año siguiendo de forma parecida el patrón de temperatura ambiente exterior, pero con una línea mas suavizada debido la enorme capacidad del lago para absorber calor y regular el clima de su entorno. Las únicas diferencias se pueden observar son de 2 o 3 grados a mediados de abril debido a que el año 2011 tubo unos meses de marzo y abril mas calurosos que los de 2012 y especialmente 2013 con una primavera muy fría.

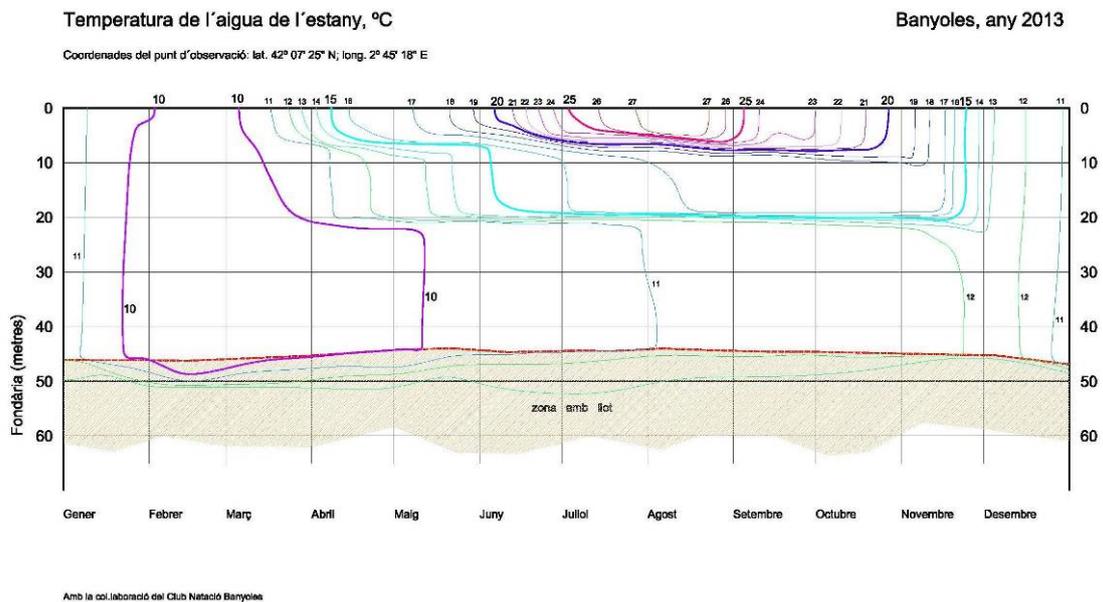


Figura 4. Temperatura del lago de Banyoles según la profundidad a lo largo del año 2013 tomada por Josep Pascual delante del Club Natación Banyoles al lado de la pista de remo, justo donde del lago tiene una profundidad máxima de casi 50 metros.

3.5. Infestación de peces con gloquidios y recogida de juveniles

La infección de peces con gloquidios de náyade se produce una vez se tienen los peces en semicautividad y las náyades en acuarios. Durante todo el proceso de infección hay que mantener estrictamente las condiciones ambientales del recinto. Hay que tener en cuenta la fenología reproductiva de la especie, saber cuando sueltan los gloquidios, y la duración del proceso de maduración de estos en los peces.

En el laboratorio de cría se ha intentado recrear el ciclo natural reproductivo de las náyades en el medio natural (figura 4).

1. Primero se recogen náyades adultas grávidas, y se espera a que suelten gloquidios-larvas. En nuestro procedimiento, según la metodología del Protocolo de cría de náyades elaborado en este mismo proyecto LIFE, la suelta de gloquidios se produce de forma natural en acuario. Existen algunas experiencias que intentan recoger con una pipeta los gloquidios de dentro de las náyades. En alguna ocasión se han liberado peces en el acuario con náyades para incentivar la suelta de gloquidios, produciéndose liberaciones de decenas de filamentos con millares de gloquidios que dejaban al pez terriblemente parasitado, e incluso provocándole la muerte a los pocos días. En otras ocasiones esto no funcionaba, seguramente debido a que las náyades no tenían larvas maduras. Se capturan los gloquidios del acuario con una pipeta y se guardan en un recipiente. Se ha visto que lo mejor para recoger los gloquidios es tener el acuario limpio, sin sedimento, y sin heces de la náyades.

2. Se infectan peces con los gloquidios siguiendo el Protocolo de cría de náyades.

3. Se espera a la maduración de los gloquidios para su recogida y siembra.

En el laboratorio de cría se han producido 133.000 juveniles en 3 años, 107.000 de *U. mancus* y 25.700 de *U. ravoisieri* a partir de la infección útil de unos 909 peces (tabla 25). Se ha obtenido un promedio de 146 juveniles por pez, considerando que para peces grandes se han recogido en algunos casos hasta 724 por pez (INF02, URA, 2012, tabla 22) o 613 (INF03, UMA, 2013, tabla 20).

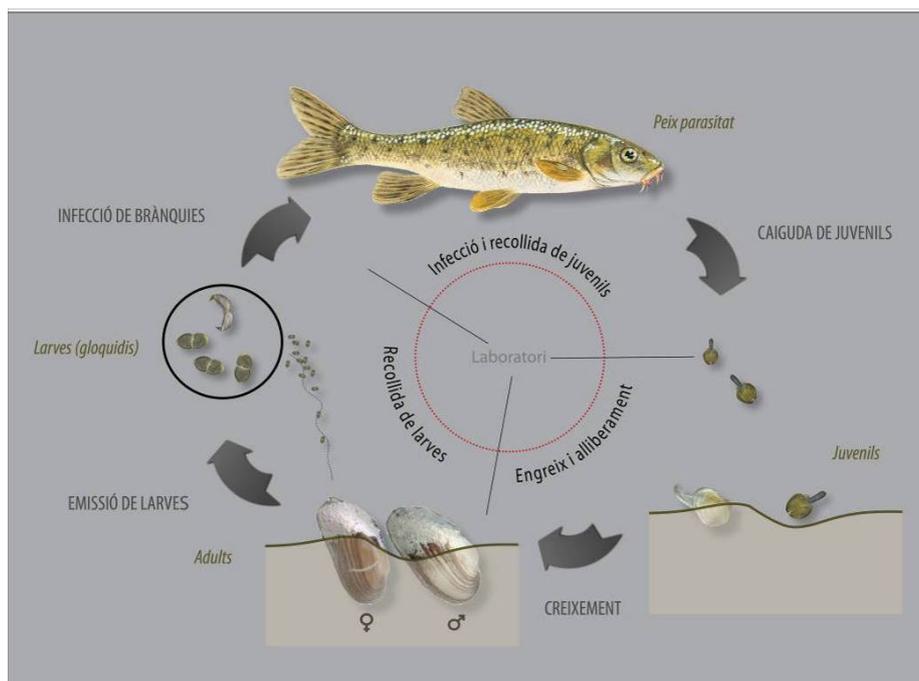


Figura 4. Ciclo vital de las náyades en la naturaleza, y un gráfico de cómo se traduce este ciclo en los diferentes trabajos en el laboratorio de cría: Recogida de larvas, infección y recogida de juveniles y engorde y suelta.



Figura 5. Recogida de gloquidios e infección de los peces con los gloquidios en un recipiente donde se mantienen con aireación durante 2-5 minutos. Hay que controlar el número de gloquidios y el tiempo de exposición para evitar sobreinfecciones.





Figura 6. Infecciones de peces con gloquidios para ser luego liberados en el lago. Se agrupan los peces en cubos con 25 peces cada uno. Luego se dejan 5 minutos con aireación y con gloquidios. Finalmente se liberan directamente en el lago.

3.5.1. Fenología de suelta y recogida de gloquidios de *Unio mancus*

En 2010 se iniciaron los primeros experimentos para conocer la fenología de la especie. Debido al retraso de la puesta en funcionamiento del laboratorio las pruebas no se pudieron realizar hasta el mes de julio cuando se dispuso de acuarios en condiciones.

En 2010 se obtienen algunos centenares de gloquidios a partir de 10 ejemplares de náyade de la acequia d'en Teixidor recogidos el 9 de julio (figura 7) que son aprovechados para una sola infección, alrededor del 18 de julio. Las náyades se mantienen en acuario con sedimento. Además también se detectan múltiples abortos de bolsas de huevos fecundados, pero inmaduros todavía, debido al estrés de los ejemplares capturados. Hay que manipular con cuidado los ejemplares, y dedicar especial atención en el traslado desde el lugar de captura hasta el laboratorio, así como controlar la temperatura del agua en todo momento para no crear un choque térmico.

Fenología de los gloquidios de *U. mancus* 2010

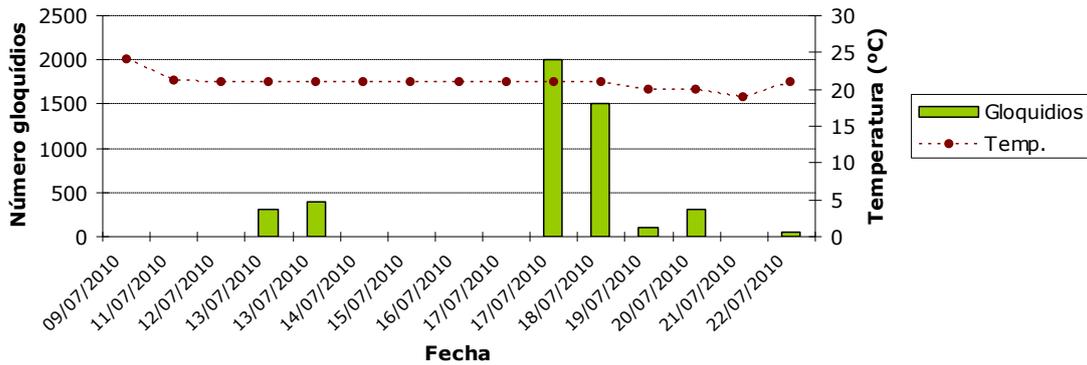


Figura 7. Resumen diario del número de gloquidios estimado soltados por 10 ejemplares adultos de *Unio mancus* mantenidos en acuarios durante 2010.

La novedad de 2011 es que las náyades se mantienen en un acuario sin sedimento, únicamente con dos difusores de aire que generan una pequeña turbulencia y aumentan la concentración de oxígeno en el agua. Se obtienen algunos millares de gloquidios de *U. mancus* para infectar peces, entre el 15 de abril y el 6 de julio (figura 8), a partir de unos 40 ejemplares mantenidos durante 1 mes o mes y medio como máximo en acuarios con una densidad de 10-15 individuos por acuario. Una primera emisión importante se produce a finales de abril, otra a primeros de mayo y otra entre finales de junio y primeros de julio. Además se producen algunas pequeñas emisiones en mayo y julio. Estas sueltas de gloquidios se utilizan para realizar 14 series diferentes de infecciones de peces. La temperatura del agua se sitúa entre los 15 y los 22 grados. Entre finales de mayo y mediados de junio no se obtienen gloquidios porque el laboratorio se paraliza por una epidemia en los peces.

En 2012 se mantiene un total de 83 ejemplares de náyades en acuario sin sedimento entre abril y finales de junio, con un máximo de 28 ejemplares por acuario y con cambios de agua constantes y siendo devueltos a la naturaleza transcurrido un mes en cautividad en laboratorio. Se producen muchos gloquidios durante el mes de abril entre el 11 y el 26, y luego de forma más puntual a mediados de mayo y en junio. Estas sueltas de gloquidios se utilizan para realizar 12 series diferentes de infecciones de peces. La temperatura del agua se sitúa entre los 14 y los 25 grados (figura 9).

Emisión de gloquidios de *U. mancus* en 2011

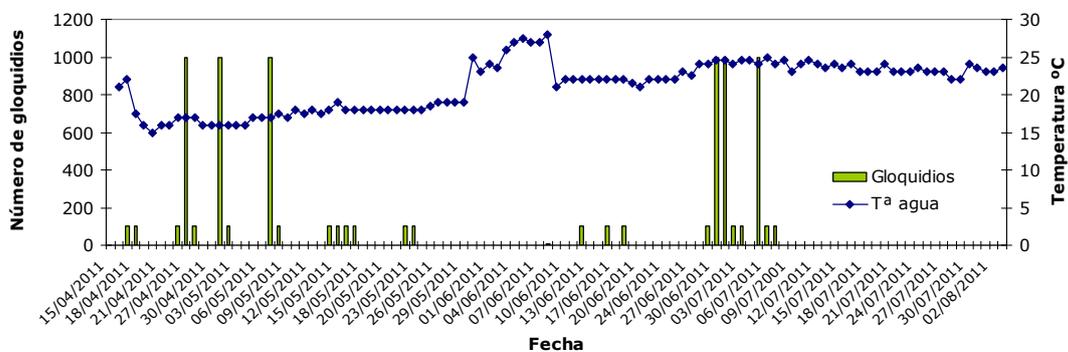


Figura 8. Resumen diario del número de gloquidios estimado soltados por 10-15 ejemplares adultos de *Unio mancus* mantenidos en acuarios durante 2011.

Emisión de gloquidios de *U. manicus* en 2012

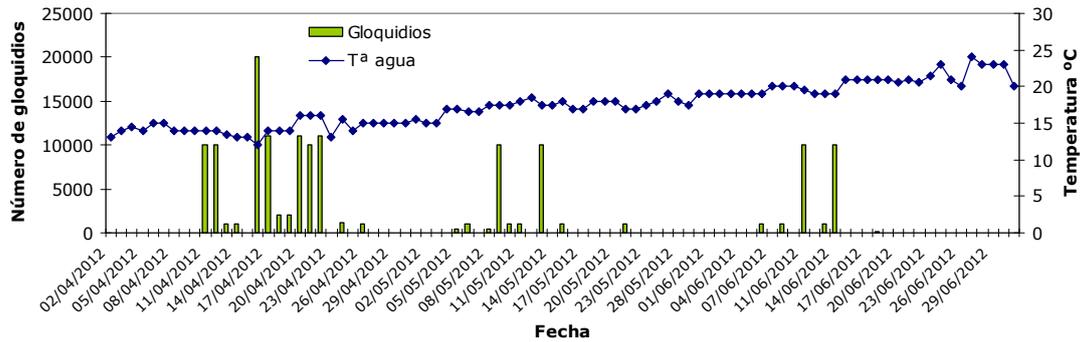


Figura 9. Resumen diario del número de gloquidios estimado soltados por unos 20-25 ejemplares adultos de *Unio manicus* mantenidos en acuarios durante 2012.

Emisión de gloquidios de *U. manicus* en 2013

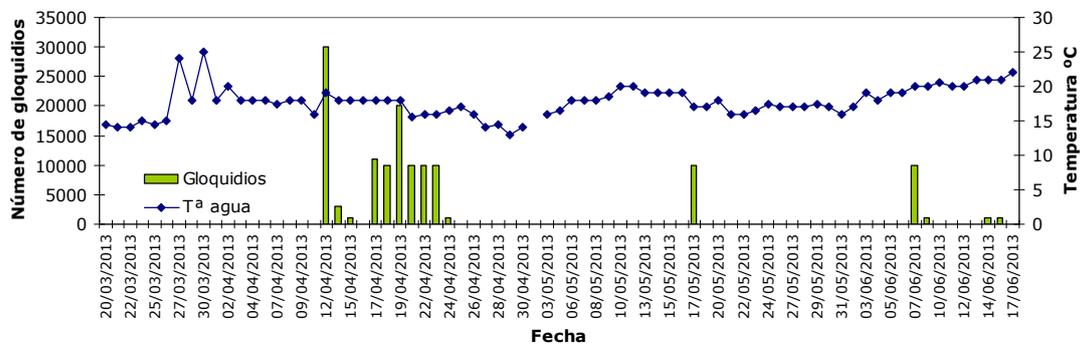


Figura 10. Resumen diario del número de gloquidios estimado soltados por 20 ejemplares adultos de *Unio manicus* mantenidos en acuarios durante 2013.

En 2013 se mantienen un total de 108 ejemplares de náyades en acuario sin sedimento entre marzo y finales de junio, con un máximo de 25 ejemplares por acuario y con cambios de agua constantes y siendo devueltos a la naturaleza transcurrido un mes en cautividad en laboratorio. Se liberan muchos gloquidios durante el mes de abril entre el 12 y el 24, y luego de forma más puntual a mediados de mayo y en junio, siguiendo un patrón muy parecido al de 2012 (figura 10). Estas sueltas de gloquidios se utilizan para realizar 10 series diferentes de infecciones de peces. La temperatura del agua se sitúa entre los 14 y los 25 grados.

La similitud de los gráficos de fenología de *U. manicus* entre los años 2012 y 2013, responde de una parte a la dinámica natural de la especie y por otra a las necesidades de organización del laboratorio de cría. Para explicar esta situación hay que tener en cuenta el sistema de recogida de náyades y la época del año. Para empezar a recoger gloquidios en abril, hay que recolectar las náyades en la naturaleza a finales de marzo e inicio de abril. Por un lado, es fácil recolectar *Unio manicus* en las acequias de salida del lago por la poca profundidad de agua, rapidez de muestreo y mayor abundancia y densidad de la especie. Por el contrario, es mas difícil recolectar *Unio ravoisieri* en el lago de Banyoles, por la temperatura del agua cercana a los 11 grados, porque hay que utilizar traje de neopreno y bucear, los individuos están más dispersos y son más escasos. Por todo ello se realiza un mayor esfuerzo para recolectar individuos de *manicus* en abril y realizar infecciones de peces en estas fechas, y en mayo, junio y julio, se alterna esta especie con *U. ravoisieri*.

3.5.2. Fenología de suelta y recogida de gloquidios de *Unio ravoisieri*

En 2010 se iniciaron los primeros experimentos para conocer la fenología de la especie. Debido al retraso de la puesta en funcionamiento del laboratorio las pruebas no se pudieron realizar hasta el mes de julio.

Bolsas de huevos abortados de *U. ravoisieri* en 2010

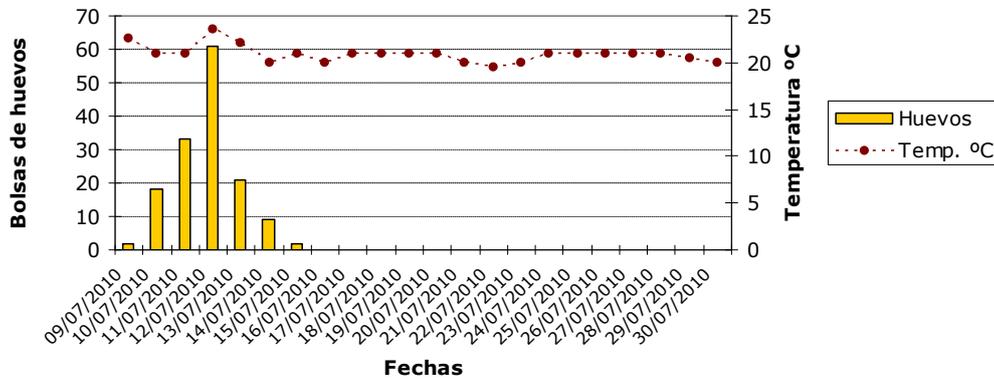


Figura 11. Número de bolsas de huevos (láminas) soltadas por 14 ejemplares adultos de *Unio ravoisieri* mantenidos en dos acuarios (N1, N2). Julio 2010.

En 2010 se obtienen solo 7 gloquidios a partir de 14 ejemplares capturados en el lago el 9 de julio que no pueden ser aprovechados para ninguna infección. Las náyades se mantienen en dos acuarios con sedimento. Además, también se detectan múltiples abortos de bolsas de huevos fecundados (figura 11), pero inmaduros todavía, debido al estrés de los ejemplares capturados. Hay que manipular con cuidado los ejemplares, y prestar especial cuidado en el traslado desde el lugar de captura hasta el laboratorio, así como controlar la temperatura del agua en todo momento.

La novedad de 2011 es que las náyades se mantienen en un acuario sin sedimento, únicamente con dos difusores de aire que generan una pequeña turbulencia y mantienen el oxígeno del agua. Se obtienen algunos millares de gloquidios de *U. ravoisieri* para infectar peces, entre el 1 de mayo y el 30 de julio, a partir de unos 32 ejemplares mantenidos durante 1 mes como máximo (10, 12 y 10 ejemplares al mes en acuario). Una primera emisión importante se produce alrededor del 15 de mayo. Además se producen algunas pequeñas emisiones a finales de junio y julio. Estas sueltas de gloquidios se utilizan para realizar 7 series diferentes de infecciones de peces. La temperatura del agua se sitúa entre los 15 y los 26 grados. Entre finales de mayo y mediados de junio no se obtienen gloquidios puesto que el laboratorio se paraliza por falta de peces por una epidemia.

Emisión de gloquidios de *U. ravoisieri* en 2011

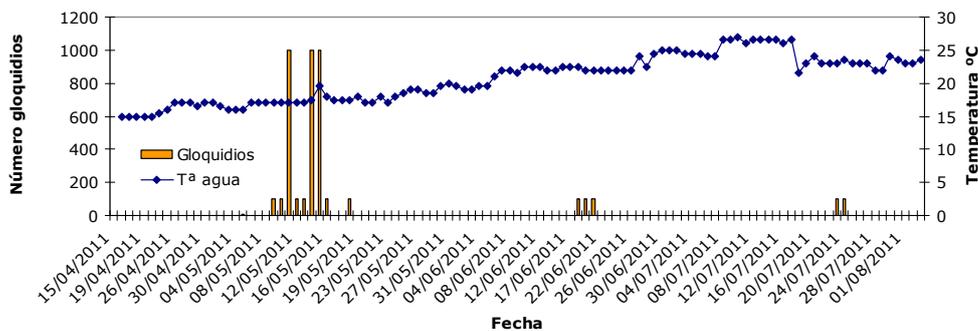


Figura 12. Resumen diario del número de gloquidios estimado soltados por 10 ejemplares adultos de *Unio ravoisieri* mantenidos en acuarios durante 2011.

Emisión de gloquidios de *U. ravoisieri* en 2012

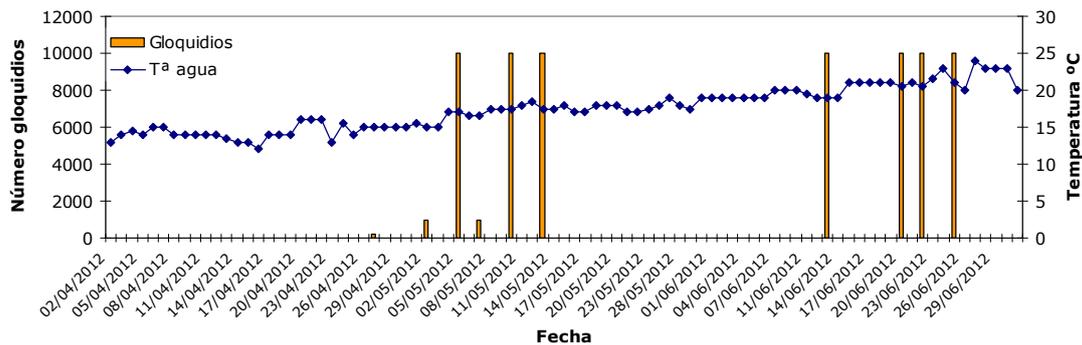


Figura 13. Resumen diario del número de gloquidios estimado soltados por 10-15 ejemplares adultos de *Unio ravoisieri* mantenidos en acuarios durante 2012.

Emisión de gloquidios de *U. ravoisieri* en 2013

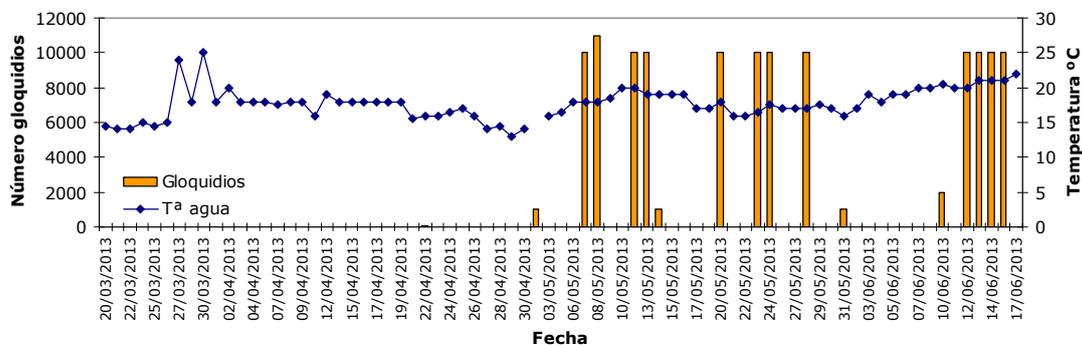


Figura 14. Resumen diario del número de gloquidios estimado soltados por 20 ejemplares adultos de *Unio ravoisieri* mantenidos en acuarios durante 2013.

En 2012 se mantienen un total de 38 ejemplares de náyades en acuario sin sedimento entre mayo y finales de junio, con cambios de agua constantes y siendo devueltos a la naturaleza transcurrido un mes en cautividad en laboratorio (figura 13). Se producen muchos gloquidios durante la primera quincena de mayo y durante la segunda quincena de junio. Estos gloquidios se utilizan para realizar 8 series diferentes de infecciones de peces. La temperatura del agua se sitúa entre los 14 y los 25 grados.

En 2013 se mantienen un total de 58 ejemplares de náyades en acuario sin sedimento entre mayo y finales de junio. Se producen muchos gloquidios (figura 14) que se utilizan para realizar 15 series diferentes de infecciones de peces. La temperatura del agua se sitúa entre los 14 y los 25 grados.

Durante 2012 y 2013, la cantidad de huevos abortados por las náyades recién recogidas ha sido baja por el especial cuidado que se ha tenido en su traslado y manipulación. Aún así, siempre hay una pequeña pérdida por esta causa. La fenología de *U. ravoisieri* descrita en bibliografía incluye los meses de marzo y abril como época de suelta de gloquidios. Como ya se ha expuesto, el hecho de tener que recoger las náyades buceando con traje de neopreno a una temperatura muy baja ha descartado la recogida de adultos en estos meses.



3.5.3. Resultados de las infecciones de *Unio mancus* (Fenología, duración y número de juveniles)

Infección

En el año 2010 se infectan 2 barbos de montaña y una bagre el 13 de julio, pero debido a imprevistos técnicos y la falta de un protocolo claro de manipulación de los peces del laboratorio, estos mueren antes de finalizar el proceso de maduración de los gloquidios. No se obtienen resultados de juveniles de *U. mancus* en 2010.

En 2011 se inicia el periodo de recogida de náyades el 15 de abril de 2011 con 20 ejemplares dispuestos en 2 acuarios. La fenología de emisión de gloquidios se puede ver en la figura 8, a partir de la cual se realizan 14 infecciones de un total de 188 barbos, 62 bagres y 29 frailes entre el 17 de abril y el 6 de julio (tabla 20 y 21). Como se ha detallado en otro apartado de esta memoria, dentro del proyecto hemos sufrido diversos episodios de mortalidad de peces debido a problemas con la alimentación, mantenimiento de la calidad del agua, subidas de temperatura y por el estrés de los peces. Al finalizar el proceso de maduración han sobrevivido 67 Barbos, 29 bagres y 26 frailes a partir de los cuales se han obtenido 7.945 juveniles de *U. mancus*. Estos juveniles han sido sembrados en distintos medios para su engorde y crecimiento en una piscina exterior y en la pila de incubación.

De entre los ejemplares que superaron todo el proceso de maduración, se encuentran 11 barbos y 9 bagres que fueron infectados y liberados en la piscina 1. Obviamente no se pudieron contabilizar los juveniles liberados por estos peces dejados libres más de un mes en la piscina (INF03 e INF12, tabla 20). Estos se han estimado a partir de la media obtenida en otros experimentos para cada especie, con lo que si teníamos 20 peces a unos 150 juveniles por pez se estima una caída y siembra aproximada de 3.000 juveniles de *U. mancus* en Piscina 1. Se tiene que considerar que el tamaño de los peces es variable, así como la intensidad de infección, por lo que la cantidad total de juveniles por pez puede llegar a ser muy variable.

De la experiencia de 2011, se establece que las bagres, por ser mas grandes que los barbos, por norma general tienen capacidad para albergar mas gloquidios y producir mas juveniles, pero por lo contrario, presentan una mayor mortalidad al ser más sensibles a la cautividad. Por todo ello para 2012 se han utilizado menos bagres y se ha intentado conseguir barbos más grandes. Para 2012 también se establece como norma no utilizar pez fraile por su baja capacidad de alojar gloquidios y poca producción de juveniles.

En 2012 se inicia el periodo de recogida de náyades a primeros de abril y se realiza la primera infección el día 11. La fenología de emisión de gloquidios se puede ver en la figura 9, a partir de la cual se realizan 12 infecciones de un total de 705 barbos, 973 bagres y 10 barbos del Ebro entre el 11 de abril y el 15 de junio (tabla 20 y 21). De los 705 barbos parasitados con gloquidios, 436 se han liberado directamente en el lago y 269 se han mantenido en laboratorio (255 vivos al final del proceso de maduración), a partir de los cuales se han producido 46.810 juveniles de náyade. De los 973 bagres parasitadas con gloquidios, 871, la mayoría, se han liberado directamente en el lago y solo 102 se han mantenido en laboratorio (37 vivas al final del proceso), a partir de los cuales se han producido 6.315 juveniles de náyade. Después de comprobar que el Barbo del Ebro o de Graells (*Barbus graellsii*) aguantaba mejor la cautividad que las bagres, y que aunque es una especie no autóctona del lago de Banyoles, si que se encuentra de forma abundante en el río Terri, así como se sabía de su potencial como hospedador de *mancus*, se decidió probar la infección de 10 ejemplares en 2012, siendo la experiencia exitosa con la producción de 1.575 juveniles.



| UMA | | | Peces inicio | | Peces final | | 1er juv. | | Último | | Máximo | | Tº | Nº | Nº juv |
|-------|------------|-------|--------------|-------------|-------------|----------------|----------|-------|--------|-------|--------|-------|-------|----------|--------|
| Inf. | Fecha | Sp. | Nº | Acuario | Nº | Acuario | Días | º/día | Días | º/día | Días | º/día | Prom | juv | /pez |
| INF01 | 17/04/2011 | BME | 8 | P3 | 7 | B12-13 | 17 | 286 | 23 | 392 | 21 | 357 | 16,98 | 838 | 119,7 |
| INF01 | 17/04/2011 | SLA | 8 | P4 | 7 | B16-17 | 17 | 286 | 26 | 445 | 21 | 361 | 17,07 | 1279 | 182,7 |
| INF01 | 17/04/2011 | SFL | 8 | P1 | 7 | B18-19 | 18 | 316 | 25 | 447 | 23 | 410 | 17,79 | 38 | 5,4 |
| INF02 | 19/04/2011 | BME | 4 | | | | | | | | | | | | |
| INF02 | 19/04/2011 | SLA | 4 | | | | | | | | | | | | |
| INF03 | 25/04/2011 | BME | 10 | | 5 | PIS1 | Ind. | | Ind. | | Ind. | | Ind. | | |
| INF03 | 25/04/2011 | SLA | 7 | | 3 | PIS1 | Ind. | | Ind. | | Ind. | | Ind. | | |
| INF04 | 26/04/2011 | BME | 8 | P5 | 0 | P5 | | | | | | | | | |
| INF04 | 26/04/2011 | SLA | 8 | P6 | 0 | P6 | | | | | | | | | |
| INF04 | 26/04/2011 | SFL | 8 | P9 | 7 | B18 | 18 | 288 | 26 | 437 | 22 | 360 | 16,2 | 101 | 14,4 |
| INF05 | 29/04/2011 | BME | 8 | T3 | 1 | B12 | 19 | 296 | 23 | 364 | 22 | 347 | 15,73 | 84 | 84,0 |
| INF06 | 05/05/2011 | BME | 6 | P2 | 0 | P2 | | | | | | | | | |
| INF07 | 12/05/2011 | BME | 1 | T5 | 0 | T5 | | | | | | | | | |
| INF07 | 12/05/2011 | SLA | 6 | T5 | 0 | P3 | | | | | | | | | |
| INF08 | 16/05/2011 | BME | 8 | B20 | 1 | B18 | 16 | 293 | | | | | 18,28 | 1 | 1,0 |
| INF08 | 16/05/2011 | SLA | 8 | B21 | 1 | B18 | 16 | 296 | | | | | 18,46 | 2 | 2,0 |
| INF09 | 17/05/2011 | BME | 19 | P10 | 0 | | | | | | | | | | |
| INF09 | 23/05/2011 | BME | 26 | P10 + T1 | 0 | T3+P10 | | | | | | | | | |
| INF10 | 09/06/2011 | BME | 16 | P5 | 0 | P5 | | | | | | | | | |
| INF10 | 09/06/2011 | SFL | 8 | P9 | 7 | B17 | | | | | | | 18,19 | 0 | |
| INF11 | 16/06/2011 | BME | 17 | P1 | 14 | B13,B16,B18-19 | 14 | 296 | 18 | 360 | 14 | 276 | 21,26 | 83 | 5,9 |
| INF11 | 16/06/2011 | SLA | 3 | P1 | 2 | B12 | 14 | 318 | 17 | 362 | 14 | 298 | 21,5 | 8 | 4,0 |
| INF12 | 28/06/2011 | BME | 14 | P5 + PIS1 | 4+6 | B16+PIS12 | 11 | 220 | 16 | 322 | 12 | 241 | 20,14 | 85 + ind | 8,5 |
| INF12 | 28/06/2011 | SLA | 7 | PIS1 | 6 | PIS1 | | | | | | | 22,47 | Ind. | |
| INF12 | 28/06/2011 | SFL | 5 | P9 | 5 | B17 | 11 | 217 | 15 | 301 | 13 | 259 | 20,17 | 42 | 8,4 |
| INF13 | 04/07/2011 | BME | 20 | P4 | 19 | B13-15,B18-19 | 10 | 210 | 17 | 360 | 12 | 253 | 21,13 | 3094 | 162,8 |
| INF13 | 04/07/2011 | SLA | 11 | P1 | 10 | B7,B8,B12 | 10 | 216 | 17 | 355 | 12 | 257 | 20,86 | 1774 | 177,4 |
| INF14 | 06/07/2011 | BME | 23 | P2+PIS1 | 10 | B5, B6 | 10 | 212 | 16 | 334 | 12 | 254 | 20,9 | 516 | 51,6 |
| INF01 | 11/04/2012 | BME | 1 | B9 y a C4 | | | | | | | | | | | |
| INF01 | 11/04/2012 | LGR | 5 | B10 | 5 | B3-B4 | 18 | 274 | 33 | 521 | 25 | 393 | 16,25 | 554 | 110,8 |
| INF01 | 12/04/2012 | BME | 18 | A6 | 20 | C4 | 18 | 232 | 32 | 483 | 26 | 393 | 16,3 | 977 | 48,9 |
| INF01 | 13/04/2012 | BME | 28 | T1 | 28 | C5 | 19 | 280 | 33 | 521 | 26 | 379 | 16,3 | 1384 | 49,4 |
| INF01 | 12/04/2012 | BME | 24 | PIS1 | 24 | PIS1 | | | | | | | 14,8 | Indet. | |
| INF01 | 13/04/2012 | BME | 10 | C3 | 9 | C3 | 19 | 281 | 33 | 521 | 26 | 379 | 15,6 | 1714 | 190,4 |
| INF01 | 13/04/2012 | SLA | 15 | C2 | 2 | C2 | 19 | 280 | 33 | 521 | 25 | 376 | 15,1 | 294 | 147,0 |
| INF02 | 16/04/2012 | BME | 35 | Estany | 35 | Estany | | | | | | | | Indet. | |
| INF02 | 16/04/2012 | SLA | 42 | Estany | 42 | Estany | | | | | | | | Indet. | |
| INF02 | 17/04/2012 | BME | 286 | Estany | 286 | Estany | | | | | | | | Indet. | |
| INF02 | 17/04/2012 | SLA | 778 | Estany | 778 | Estany | | | | | | | | Indet. | |
| INF02 | 18/04/2012 | SLA | 10 | C1 | 10 | C1 | 19 | 276 | 33 | 541 | 24 | 377 | 16,4 | 2560 | 256,0 |
| INF02 | 18/04/2012 | SLA | 23 | C6 | 3 | C6 | 18 | 275 | | | | | 15,8 | 36 | 12,0 |
| INF02 | 18/04/2012 | SLA | 10 | PIS1 | 10 | PIS1 | | | | | | | | | 0,0 |
| INF02 | 19/04/2012 | BME | 15 | A3 | 15 | C6 | 19 | 309 | 28 | 474 | 24 | 398 | 16,9 | 213 | 14,2 |
| INF02 | 19/04/2012 | BME | 95 | Estany | 95 | Estany | | | | | | | | Indet. | |
| INF02 | 19/04/2012 | SLA | 5 | Estany | 5 | Estany | | | | | | | | Indet. | |
| INF03 | 24/04/2012 | SLA | 39 | T4, A5 | 8 | B9-B11, A5 | 19 | 280 | 28 | 450 | 21 | 319 | 16,6 | 3152 | 394,0 |
| INF04 | 27/04/2012 | BME | 10 | B9 y 10 | 10 | C4 | 17 | 289 | 24 | 420 | 19 | 327 | 18,1 | 728 | 72,8 |
| INF05 | 06/05/2012 | BME | 14 | B4-a B7 | 14 | C3 | 13 | 226 | 25 | 450 | 17 | 297 | 18,7 | 4154 | 296,7 |
| INF05 | 08/05/2012 | BME | 15 | C2 | 15 | C2 | 12 | 193 | 22 | 377 | 17 | 283 | 18,1 | 1499 | 99,9 |
| INF05 | 08/05/2012 | SLA | 4 | Estany | 4 | Estany | 12 | 193 | 22 | 377 | 17 | 283 | 18,1 | 1499 | 374,8 |
| INF06 | 09/05/2012 | BME | 20 | T2 | 17 | C1 | 13 | 236 | 23 | 466 | 17 | 309 | 18,75 | 10480 | 616,5 |
| INF06 | 09/05/2012 | BME | 20 | T1 y a C5-6 | 16 | C6 | 13 | 240 | 23 | 466 | 17 | 308 | 18,8 | 10603 | 662,7 |
| INF06 | 09/05/2012 | BME | 20 | T1 y a C5-6 | 20 | C5 | 13 | 240 | 23 | 466 | 17 | 308 | 18,9 | 8620 | 431,0 |
| INF06 | 09/05/2012 | SLA | 42 | Estany | 42 | Estany | 13 | 240 | 23 | 466 | 17 | 308 | 18,9 | 8620 | 205,2 |
| INF07 | 16/05/2012 | BME | 35 | T4 | 35 | C2-C3 | 14 | 261 | 22 | 425 | 16 | 301 | 19,2 | 1156 | 33,0 |
| INF07 | 17/05/2012 | BME | 20 | Estany | 20 | Estany | | | | | | | | | 0,0 |
| INF08 | 06/06/2012 | BME | 10 | B9-B10 | 10 | C6 | 9 | 188 | 19 | 404 | 13 | 275 | 21,2 | 2458 | 245,8 |
| INF09 | 08/06/2012 | SFL | 5 | B7-B8 | 5 | C4-C5 | 8 | 171 | | | 12 | 256 | 21,4 | 1021 | 204,2 |
| INF09 | 08/06/2012 | CBI | 1 | | 1 | CBI | 9 | 212 | | | 10 | 212 | 21 | 2 | 2,0 |
| INF09 | 08/06/2012 | Btar. | 1 | | 1 | | 9 | 212 | 17 | 367 | 13 | 296 | 21,4 | 144 | 144,0 |
| INF10 | 11/06/2012 | BME | 14 | A5 - B5 | 7 | C2-C3 | 7 | 147 | 19 | 410 | 11 | 234 | 21,5 | 1202 | 171,7 |
| INF11 | 14/06/2012 | BME | 12 | T4 | 12 | C5 | 7 | 152 | 17 | 329 | 11 | 238 | 21,9 | 1529 | 127,4 |
| INF12 | 15/06/2012 | BME | 3 | B9 | 3 | C5 | 10 | 219 | 17 | 376 | 13 | 286 | 22,1 | 93 | 31,0 |
| INF12 | 15/06/2012 | SLA | 4 | B10 | 4 | C6 | 10 | 219 | 17 | 376 | 13 | 286 | 22,1 | 271 | 67,8 |
| INF01 | 13/04/2013 | BME | 34 | T4 | | | | | | | | | | | |
| INF01 | 13/04/2013 | BME | 34 | T3 | | | | | | | | | | | |
| INF01 | 13/04/2013 | BME | 21 | T2 | 90 | C1 a C6 | 18 | 277 | 28 | 458 | 23 | 364 | 16,4 | 16082 | 178,69 |
| INF01 | 13/04/2013 | SLA | 3 | R. Morgat | | | | | | | | | | | |
| INF01 | 13/04/2013 | LGR | 3 | T2, T3 | | | | | | | | | | | |
| INF02 | 17/04/2013 | SLA | 10 | R.Morgat | | | | | | | | | | | |
| INF02 | 18/04/2013 | SLA | 10 | R.Morgat | | | | | | | | | | | |
| INF02 | 18/04/2013 | BME | 45 | R.Morgat | | | | | | | | | | | |
| INF03 | 19/04/2013 | BME | 9 | P1 | 9 | C6 | 17 | 261 | 26 | 433 | 21 | 336 | 16,7 | 1926 | 214,00 |
| INF03 | 19/04/2013 | BME | 1 | B13 | 1 | C5 | 18 | 278 | 26 | 433 | 21 | 336 | 16,8 | 613 | 613,00 |
| INF03 | 19/04/2013 | BME | 28 | Estany | 28 | | | | | | | | | | |
| INF03 | 19/04/2013 | MSA | 3 | Museu | 3 | | | | | | | | | | |
| INF03 | 19/04/2013 | LGI | 5 | Museu | 5 | | | | | | | | | | |
| INF03 | 19/04/2013 | CCA | 1 | Museu | 1 | | | | | | | | | | |
| INF04 | 22/04/2013 | BME | 31 | T1 | 27 | C1, C2 | <21 | 346 | 25 | 420 | 22 | 368 | 16,9 | 5701 | 211,15 |
| INF04 | 22/04/2013 | BME | 29 | PIS7 | 27 | C3,C4 | <21 | 353 | 27 | 437 | 24 | 400 | 16,7 | 16286 | 603,19 |
| INF05 | 17/05/2013 | TTI | 16 | N6 | 15 | C5 | 14 | 233 | 22 | 381 | 22 | 381 | 17,3 | 74 | 4,93 |
| INF06 | 07/06/2013 | BME | 20 | T1 | 20 | | 9 | 186 | 17 | 359 | 13 | 272 | 21 | 3825 | 191,25 |
| INF07 | 10/06/2013 | BME | 20 | T2 | 3 | Estany | | | | | | | | | |
| INF08 | 13/06/2013 | BME | 325 | Estany | | | | | | | | | | | |
| INF09 | 14/06/2013 | BME | 1 | B8 y Estany | | | | | | | | | | | |
| INF09 | 14/06/2013 | BME | 420 | Estany | | | | | | | | | | | |
| INF09 | 14/06/2013 | SLA | 50 | Estany | | | | | | | | | | | |
| INF10 | 17/06/2013 | BME | 20 | Estany | | | | | | | | | | | |



Tabla 20. Lista de infecciones de peces con gloquidios de *U. mancus*, con el número total de peces infectados al inicio del proceso, el lugar donde se han mantenido, el número de peces al final del proceso de infección, el día y grados/día de la primera caída de juveniles, el día de máxima caída, y el día de última caída, la temperatura promedio del proceso y el número total de juveniles recogido de cada infección. Peces: BME= Barbo montaña, SLA: Bagre, SFL: Fraile, LGR: Barbo Ebro, CBI: Cobitis, TTI: Tenca).

En 2013 se inicia el periodo de recogida de náyades a primeros de abril y se realiza la primera infección el día 14. La fenología de emisión de gloquidios se puede ver en la figura 10, a partir de la cual se realizan 12 infecciones de un total de 1.038 barbos, 73 bagres, 3 barbos del Ebro y 15 tencas entre el 14 de abril y el 17 de junio (tabla 20, 21). De los 1.038 barbos parasitados, 839 se han liberado directamente en el lago (Estany en la tabla) y 199 se han mantenido en laboratorio (174 vivos al final del proceso), a partir de los cuales se han producido 44.433 juveniles. Las 73 bagres parasitadas con gloquidios se han liberado en el lago. De las 16 tencas parasitadas, 15 se han mantenido en laboratorio vivas, a partir de los cuales se han producido 74 juveniles, con una baja productividad por pez.

| Especie de pez | 2011 UMA | 2012 UMA | 2013 UMA | Total UMA |
|--|--------------|--------------|--------------|------------------|
| <i>Barbus meridionalis</i> BME | UMA11 | UMA12 | UMA13 | UMA Total |
| Infectados (Total) | 188 | 705 | 1038 | 1931 |
| Infectados liberados en el lago | | 436 | 839 | 1275 |
| Infectados en inicio (Laborat.) | 188 | 269 | 199 | 656 |
| Infectados vivos (Laborat.) | 67 | 255 | 174 | 496 |
| Juveniles contados (Laborat.) | 4701 | 46810 | 44433 | 95944 |
| Juveniles/pez vivo | 83,9 | 212,9 | 255,36 | 193,44 |
| Peces muertos en el proceso | 121 | 14 | 25 | 160 |
| % Supervivencia infectados | 35,6 | 94,8 | 87,4 | 75,61 |
| <i>Squalius laietanus</i> SLA | UMA11 | UMA12 | UMA13 | UMA Total |
| Infectados (Total) | 62 | 973 | 73 | 1108 |
| Infectados liberados en el lago | | 871 | 73 | 944 |
| Infectados en inicio (Laborat.) | 62 | 102 | 0 | 164 |
| Infectados vivos (Laborat.) | 29 | 37 | 0 | 66 |
| Juveniles contados (Laborat.) | 3063 | 6315 | 0 | 9378 |
| Juveniles/pez vivo | 153,15 | 233,89 | 0 | 199,5 |
| Peces muertos en el proceso | 33 | 64 | 0 | 97 |
| % Supervivencia infectados | 46,8 | 36,63 | 100 | 40,24 |
| <i>Salarias fluviatilis</i> SFL | UMA11 | UMA12 | UMA13 | UMA Total |
| Infectados liberados en el lago | | | | |
| Infectados en inicio (Laborat.) | 29 | | | 29 |
| Infectados vivos (Laborat.) | 26 | | | 26 |
| Juveniles contados (Laborat.) | 181 | | | 181 |
| Juveniles/pez vivo | 7 | | | 6,96 |
| Peces muertos en el proceso | 3 | | | 3 |
| % Supervivencia infectados | 89,7 | | | 89,66 |
| <i>Barbus graellsii</i> LGR | UMA11 | UMA12 | UMA13 | UMA Total |
| Infectados en inicio (Laborat.) | | 10 | 3 | 13 |
| Infectados vivos (Laborat.) | | 10 | 3 | 10 |
| Juveniles contados (Laborat.) | | 1575 | | 1575 |
| Juveniles/pez vivo | | 157,5 | | 157,5 |
| Peces muertos en el proceso | | 0 | 0 | 0 |
| % Supervivencia infectados | | 100 | 0 | 77 |
| <i>Tinca tinca</i> TTI | UMA11 | UMA12 | UMA13 | UMA Total |
| Infectados en inicio (Laborat.) | | | 16 | 16 |
| Infectados vivos (Laborat.) | | | 15 | 15 |
| Juveniles contados (Laborat.) | | | 74 | 74 |
| Juveniles/pez vivo | | | 4,93 | 4,93 |
| Peces muertos en el proceso | | | 1 | 1 |
| % Supervivencia infectados | | | 93,75 | 93,75 |
| TOTAL juveniles en acuarios | 7945 | 54700 | 44507 | 107152 |

Tabla 21. Resumen de las infecciones con gloquidios de *Unio mancus* separado por especie de pez huésped y por año. Se indica los peces infectados al inicio de cada infección en laboratorio y los vivos al final del proceso, también se indican los peces infectados liberados directamente en el lago, los juveniles contados a partir de peces en laboratorio, el promedio de juveniles de náyade por pez infectado, los peces muertos en el proceso y la supervivencia de los infectados.

Las bagres han presentado una mortalidad del 40 %, por un 75% de barbos de montaña, 77% barbo del Ebro, 90 % de pez fraile, y 93 % tenca. A medida que ha avanzado el proyecto se han dedicado esfuerzos importantes para reducir la mortalidad de peces en el laboratorio. Gran parte de los problemas de mortalidad aparecen a finales de junio, cuando el aumento de temperatura del agua y el exhaustivo trabajo de mantenimiento del laboratorio hacen más difícil mantener la



calidad del agua de los sistemas, y los peces se ven atacados por enfermedades y hongos, especialmente afectando a las branquias donde están enquistados los gloquidios. La disminución del número de peces por acuario/tanque/ cilindrocónico, la aplicación de sistemas de renovación de agua y una disminución de la carga de gloquidios por pez son ahora mismo las soluciones aplicadas. Como se puede comprobar con los datos (tabla 20), los mayores números de producción de juveniles y la menor mortalidad de peces se producen en el mes de abril o primeros de mayo (tabla 26) coincidiendo con una temperatura baja del agua y cuando se puede forzar un poco más la carga de gloquidios por pez.

3.5.4. Resultados de las infecciones de *Unio ravoisieri* (Fenología, duración y número de juveniles)

En 2010 no se obtienen gloquidios para iniciar una infección en condiciones, únicamente huevos abortados (figura 11) .

En 2011 se inicia el periodo de recogida de náyades el 28 de abril de 2011 con 10 ejemplares dispuestos en 2 acuarios. La fenología de emisión de gloquidios se puede ver en la figura 12, a partir de la cual se realizan 7 infecciones de un total de 51 barbos, 46 bagres y 41 fraile entre el 9 de mayo y el 22 de julio. Como se ha detallado en otro apartado de esta memoria dentro del proyecto, hemos sufrido diversos episodios de mortalidad de peces debido a problemas con la alimentación, mantenimiento de la calidad del agua, subidas de temperatura y por el estrés de los peces. Al finalizar el proceso de maduración de los gloquidios han sobrevivido 18 barbos, 20 bagres y 35 peces fraile a partir de los cuales se han obtenido 1.664 juveniles de *U. ravoisieri*. Estos juveniles han sido sembrados en distintos medios para su engorde y crecimiento en un acuario, una piscina exterior y en la pila de incubación.

De estos ejemplares vivos al final de la infección hay que destacar los 8 barbos y 8 bagres que fueron infectados y liberados a la piscina 2. Estos se mantuvieron más de 30 días en la piscina sin realizar recuento de los juveniles liberados (INF03, tabla 22). Los juveniles soltados se han estimado a partir de la media total por pez para cada especie, por lo que con 12 peces vivos que quedaron en la piscina a unos 150 juveniles por pez, se estima una caída y siembra aproximada de 1.800 juveniles de *U. ravoisieri* en Piscina 2. Hay que considerar que el tamaño de los peces es variable, así como la intensidad de infección por lo que la cantidad total de juveniles por pez puede llegar a ser muy variable.

De la experiencia de 2011 se establece que las bagres, por ser más grandes que los barbos, por norma general tienen capacidad para albergar más gloquidios y producir más juveniles, pero por lo contrario, presentan una mayor mortalidad al ser más sensibles a la cautividad. Por todo ello, para 2012 se han utilizado menos bagres y se han usado, siempre que ha sido posible, barbos más grandes. Para 2012 también se establece como norma no utilizar peces fraile por su baja capacidad de alojar gloquidios y poca producción de juveniles.

En 2012 se inicia el periodo de recogida de náyades adultas a mediados de abril y se realiza la primera infección el día 27. La fenología de emisión de gloquidios se puede ver en la figura 13, a partir de la cual se realizan 8 infecciones de un total de 232 barbos y 18 bagres entre el 27 de abril y el 25 de junio (tabla 22 y 23). De los 232 barbos parasitados con gloquidios, 150 se han liberado directamente en el lago (Estany en la tabla) y 82 se han mantenido en laboratorio (56 vivos al final del proceso), a partir de los cuales se han producido 10.263 juveniles de náyade. De las 18 bagres parasitadas, las 18 se han mantenido en laboratorio (9 vivas al final del proceso), a partir de las cuales se han producido 402 juveniles de náyade.



| URA | Fecha | Sp. | Peces infectados inicio | | Peces final | | 1er juv. | | Último | | Máximo | | Tº Prom. | Núm. juv. | Núm. juv/pez | |
|--------|------------|-----|-------------------------|------------|-------------|-----|----------|------|--------|------|--------|------|----------|-----------|--------------|-------|
| | | | Nº | Origen | Acuario | Nº | Acuario | Días | º/día | Días | º/día | Días | | | | º/día |
| INFO1 | 09/05/2011 | BME | 9 | T1 | P3 | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | | |
| INFO1 | 09/05/2011 | SLA | 9 | T2 | P4 | 1 | B6 | 15 | 273 | 20 | 368 | 16 | 292 | 18,34 | 72 | 72,0 |
| INFO1 | 09/05/2011 | SFL | 16 | T4 | P1 | 16 | B7 | 16 | 294 | 20 | 371 | 17 | 314 | 18,5 | 46 | 2,9 |
| INFO2 | 12/05/2011 | BME | 1 | PIS6 | T5 | 0 | T5 | | | | | | | | | |
| INFO2 | 12/05/2011 | SLA | 6 | PIS7 | T5-P3 | 0 | P3 | | | | | | | 17,25 | | |
| INFO3 | 13/05/2011 | BME | 8 | PIS6 | PIS2 | 6 | PIS2 | | | | | | | | | Ind. |
| INFO3 | 13/05/2011 | SLA | 8 | PIS7 | PIS2 | 6 | PIS2 | | | | | | | | | Ind. |
| INFO4 | 16/05/2011 | BME | 10 | PIS6 | P6 | 0 | P6 | | | | | | | | | |
| INFO4 | 16/05/2011 | SLA | 10 | PIS7 | P5 | 0 | | | | | | | | | | |
| INFO4 | 16/05/2011 | SFL | 8 | T4 | P9 | 7 | B7 | 17 | 311 | 21 | 382 | 18 | 330 | 18,23 | 5 | 0,7 |
| INFO5 | 16/06/2011 | BME | 6 | T2 | P2 | 6 | B7,B8 | 16 | 331 | 18 | 372 | 17 | 351 | 20,64 | 8 | 1,3 |
| INFO6 | 18/06/2011 | BME | 11 | T2 | P3 | 0 | P3 | | | | | | | | | |
| INFO6 | 18/06/2011 | SFL | 17 | T4 | P6 | 12 | B6 | 12 | 250 | 19 | 395 | 15 | 334 | 20,77 | 39 | 3,3 |
| INFO7 | 22/07/2011 | BME | 13 | P3+T1 | P1 y P2 | 6 | P1, P2 | 11 | 235 | 17 | 364 | 12 | 256 | 21,43 | 278 | 46,3 |
| INFO7 | 22/07/2011 | SLA | 13 | T2 | P2 | 13 | | 11 | 234 | 17 | 362 | 12 | 357 | 21,3 | 1216 | 93,5 |
| INFO1 | 27/04/2012 | BME | 2 | T2 | B1 | 2 | B1 | 18 | 325 | 26 | 475 | 23 | 418 | 18,2 | 51 | 25,5 |
| INFO2 | 30/04/2012 | BME | 1 | T2 | B2 | | | 16 | 293 | 23 | 421 | 20 | 367 | 18,3 | 34 | |
| INFO3 | 10/05/2012 | BME | 15 | T1 | PIS2 | 7 | C4 | 13 | 234 | 19 | 349 | 21 | 388 | 18,4 | 5068 | 724,0 |
| INFO3 | 10/05/2012 | SLA | 10 | PIS7 | PIS2 | 1 | C4 | 13 | 234 | 15 | 272 | 15 | 272 | 18,4 | 66 | 66,0 |
| INFO4 | 16/05/2012 | BME | 30 | T1 | T1 y C4-5 | 14 | C4 | 13 | 252 | 23 | 461 | 15 | 293 | 19,8 | 3431 | 245,1 |
| INFO4 | 17/05/2012 | BME | 135 | Terri | Estany | | | | | | | | | | | |
| INFO4 | 17/05/2012 | BME | 15 | T3 | Estany | | | | | | | | | | | |
| INFO5 | 21/05/2012 | BME | 12 | PIS6 | T2 | 11 | C1 | no | no | no | | | | 20,1 | | 0,0 |
| INFO6 | 14/06/2012 | BME | 1 | N3 | B6 | | | | | | | | | | 2 | |
| INFO7 | 22/06/2012 | BME | 12 | T1 | T1 | 12 | C4 | 9 | 208 | 15 | 340 | 10 | 230 | 22,6 | 938 | 78,2 |
| INFO8 | 25/06/2012 | BME | 9 | T3 | T3 | 9 | C1 | 8 | 172 | 15 | 326 | 11 | 237 | 21,7 | 739 | 82,1 |
| INFO8 | 25/06/2012 | SLA | 8 | T3 | T3 | 8 | C2 | 8 | 172 | 15 | 326 | 11 | 237 | 21,7 | 336 | 42,0 |
| INFO1 | 02/05/2013 | BME | 1 | T2 | B14 | 1 | B14 | 12 | 227 | 19 | 354 | 13 | 247 | 18,75 | 136 | 136,0 |
| INFO2 | 07/05/2013 | BME | 34 | T2, T3 | T2 | 12 | C1 | 11 | 196 | 15 | 260 | 15 | 260 | 17,4 | 652 | 54,3 |
| INFO3 | 09/05/2013 | BME | 6 | R. Morgat | T3 | 6 | C2 | 13 | 228 | 24 | 398 | 19 | 330 | 17,3 | 1783 | 297,2 |
| INFO3 | 09/05/2013 | SLA | 5 | R. Morgat | T3 | 5 | C3 | 15 | 262 | 24 | 398 | 19 | 330 | 17,3 | 1230 | 246,0 |
| INFO3 | 09/05/2013 | TTI | 15 | T4 | T3 | 10 | C4 | 13 | 228 | 24 | 398 | 21 | 362 | 17,3 | 224 | 22,4 |
| INFO4 | 14/05/2013 | BME | 200 | R. Brugent | Estany | 200 | Estany | | | | | | | | | 0,0 |
| INFO4 | 14/05/2013 | BME | 50 | R. Morgat | T1 | 50 | Morgat | | | | | | | | | 0,0 |
| INFO4 | 14/05/2013 | BME | 40 | R. Brugent | PIS2 | 40 | PIS2 | | | | | | | | XXXX | |
| INFO5 | 15/05/2013 | LGR | 20 | R. Brugent | T1 | 20 | C1, C6 | 13 | 217 | 19 | 320 | 19 | 320 | 17,2 | 4357 | 217,9 |
| INFO6 | 23/05/2013 | LGR | 5 | PIS8 | P1 | 5 | B16 | 12 | 205 | 19 | 346 | 15 | 265 | 18,3 | 891 | 178,2 |
| INFO7 | 24/05/2013 | LGR | 25 | T2 | T2 | 21 | C2, C3 | 12 | 202 | 21 | 375 | 16 | 278 | 17,85 | 2685 | 127,9 |
| INFO8 | 25/05/2013 | LGR | 15 | P2 | P2 | 13 | C4 | 11 | 191 | 19 | 334 | 16 | 284 | 18 | 880 | 67,7 |
| INFO9 | 28/05/2013 | BME | 14 | B18 | B18 | 4 | N1, C1 | 13 | 242 | 17 | 322 | 15 | 281 | 18,33 | 126 | 31,5 |
| INFO9 | 28/05/2013 | LGR | 24 | T3 | T3 | 2 | C5, C6 | 12 | 218 | | | | | 18,92 | 100 | 50,0 |
| INFO9 | 28/05/2013 | PFL | 2 | B7 | B7 | 0 | | | | | | | | | | |
| INFO9 | 28/05/2013 | MSA | 4 | B12 | B12 | 0 | | | | | | | | | | |
| INFO10 | 29/05/2013 | BME | 67 | R. Terri | Estany | | | | | | | | | | | |
| INFO10 | 29/05/2013 | SLA | 9 | R. Terri | Estany | | | | | | | | | | | |
| INFO10 | 29/05/2013 | PHO | 11 | Brugent | B8 | 11 | B8 | 12 | 230 | 17 | 333 | 13 | 250 | 19,64 | 164 | 14,9 |
| INFO10 | 29/05/2013 | AAN | 1 | R. Terri | Estany | | | | | | | | | | | |
| INFO10 | 29/05/2013 | BME | 2 | R. Terri | N7 | 0 | B15 | 13 | 256 | | | | | 19,75 | 7 | |
| INFO11 | 03/06/2013 | SFL | 7 | B11 | Estany | | | | | | | | | | | |
| INFO11 | 03/06/2013 | BME | 10 | T1 | P1 | 0 | C4 | 11 | 213 | | | | | 19,83 | 25 | |
| INFO12 | 10/06/2013 | BME | 9 | PIS6 | T3 | 4 | C3,C2 | 9 | 185 | 14 | 291 | 12 | 249 | 20,8 | 177 | 44,3 |
| INFO12 | 10/06/2013 | LGR | 2 | N2, N3 | T3 | 1 | C3,C2 | | | | | | | | | 0,0 |
| INFO13 | 13/06/2013 | BME | 325 | Llmena | Estany | | | | | | | | | | | |
| INFO14 | 14/06/2013 | BME | 420 | R. Terri | Estany | | | | | | | | | | | |
| INFO14 | 14/06/2013 | SLA | 50 | R. Terri | Estany | | | | | | | | | | | |
| INFO15 | 17/06/2013 | BME | 20 | B18,T4,N4 | Estany | | | | | | | | | | | |

Tabla 22. Lista de infecciones de peces con gloquidios de *U. ravoisieri*, con el número total de peces infectados al inicio del proceso, el lugar donde se han mantenido y el de procedencia, el número de peces al final del proceso de infección, el día y grados/día de la primera caída de juveniles, el día de máxima caída, y el día de última caída, la temperatura promedio del proceso y el numero total de juveniles recogido de cada infección. Peces: BME= Barbo de montaña, SLA: Bagre, SFL: Fraile, LGR: Barbo Ebro, PHO: Phoxinus, TTI: Tenca).

En 2013 se inicia el periodo de recogida de náyades a mediados de abril y se realiza la primera infección el día 2 de mayo (tabla 22). La fenología de emisión de gloquidios se puede ver en la figura 14, a partir de la cual se realizan 15 infecciones de un total de 1.198 barbos, 64 bagres, 7 pez fraile, 91 barbos del Ebro, 15 tencas y 11 *phoxinus* entre el 2 de mayo y el 17 de junio (tabla 22 y 23). De los 1.198 barbos parasitados, 1.082 se han liberado directamente en el lago y 116 se han mantenido en laboratorio (67 vivos al final del proceso), a partir de los cuales se han producido 2.906 juveniles. De las 64 bagres parasitadas con gloquidios 59 se han liberado en el lago, y 5 se han mantenido vivas en el laboratorio, a partir de las cuales se han producido 1.230 juveniles. Los 7 peces fraile parasitados se han soltado en el lago. De los 91 barbos del Ebro parasitados con gloquidios, 62 se han mantenido en laboratorio vivos (estos no se pueden soltar al ser peces exóticos en la zona), a partir de los cuales se han producido 8.913 juveniles. De las 15 tencas parasitadas con gloquidios, 10 se han mantenido en laboratorio vivas, a partir de



los cuales se han producido 224 juveniles de náyade, con una baja productividad por pez. De los 11 *phoxinus* parasitados con gloquidios, 11 se han mantenido en laboratorio vivos, a partir de los cuales se han producido 164 juveniles de náyade, con una baja productividad por pez. Tencas y *phoxinus* eran de pequeño tamaño pero han mostrado una gran resistencia a la cautividad. Las tencas eran compradas en piscifactoría y tenían un tamaño de 10-15 cm.

| Especie de pez | 2011 URA | 2012 URA | 2013 URA | TOTAL Proyecto | Total URA |
|--|--------------|--------------|--------------|-------------------|------------------|
| <i>Barbus meridionalis</i> BME | URA11 | URA12 | URA13 | Total | URA Total |
| Infectados (Total) | 51 | 232 | 1198 | 3412 | 1481 |
| Infectados liberados en el lago | | 150 | 1082 | 2507 | 1232 |
| Infectados en inicio (Laborat.) | 51 | 82 | 116 | 905 | 249 |
| Infectados vivos (Laborat.) | 18 | 56 | 67 | 637 | 141 |
| Juveniles contados (Laborat.) | 286 | 10263 | 2906 | 109399 | 13455 |
| Juveniles/pez vivo | 23,8 | 183,27 | 107,6 | 171,74 | 95,43 |
| Peces muertos en el proceso | 33 | 26 | 49 | 268 | 108 |
| % Supervivencia infectados | 35,3 | 68,29 | 58 | 70,39 | 56,63 |
| <i>Squalius laietanus</i> SLA | URA11 | URA12 | URA13 | Total | URA Total |
| Infectados (Total) | 46 | 18 | 64 | 1236 | 128 |
| Infectados liberados en el lago | | 0 | 59 | 1003 | 59 |
| Infectados en inicio (Laborat.) | 46 | 18 | 5 | 233 | 69 |
| Infectados vivos (Laborat.) | 20 | 9 | 5 | 100 | 34 |
| Juveniles contados (Laborat.) | 1288 | 402 | 1230 | 12298 | 2920 |
| Juveniles/pez vivo | 92 | 44,67 | 246 | 122,98 | 85,88 |
| Peces muertos en el proceso | 26 | 9 | 0 | 132 | 35 |
| % Supervivencia infectados | 43,5 | 50 | 100 | 42,92 | 49,28 |
| <i>Salarias fluviatilis</i> SFL | URA11 | URA12 | URA13 | Total | URA Total |
| Infectados liberados en el lago | | | 7 | 7 | 7 |
| Infectados en inicio (Laborat.) | 41 | | | 70 | 41 |
| Infectados vivos (Laborat.) | 35 | | | 61 | 35 |
| Juveniles contados (Laborat.) | 90 | | | 271 | 90 |
| Juveniles/pez vivo | 2,6 | | | 4,44 | 2,57 |
| Peces muertos en el proceso | 6 | | | 9 | 6 |
| % Supervivencia infectados | 85,4 | | 100 | 87,14 | 85,37 |
| <i>Barbus graellsii</i> LGR | URA11 | URA12 | URA13 | Total | URA Total |
| Infectados en inicio (Laborat.) | | | 91 | 104 | 91 |
| Infectados vivos (Laborat.) | | | 62 | 75 | 62 |
| Juveniles contados (Laborat.) | | | 8913 | 10488 | 8913 |
| Juveniles/pez vivo | | | 143,8 | 157,5 | 143,8 |
| Peces muertos en el proceso | | | 29 | 0 | 29 |
| % Supervivencia infectados | | | 68 | 100 | 68 |
| <i>Tinca tinca</i> TTI | URA11 | URA12 | URA13 | Total | URA Total |
| Infectados en inicio (Laborat.) | | | 15 | 31 | 15 |
| Infectados vivos (Laborat.) | | | 10 | 25 | 10 |
| Juveniles contados (Laborat.) | | | 224 | 298 | 224 |
| Juveniles/pez vivo | | | 22,4 | 11,92 | 22,4 |
| Peces muertos en el proceso | | | 5 | 6 | 5 |
| % Supervivencia infectados | | | 67 | 24 | 67 |
| <i>Phoxinus phoxinus</i> PHO | URA11 | URA12 | URA13 | Total | URA Total |
| Infectados en inicio (Laborat.) | | | 11 | 11 | 11 |
| Infectados vivos (Laborat.) | | | 11 | 11 | 11 |
| Juveniles contados (Laborat.) | | | 164 | 164 | 164 |
| Juveniles/pez vivo | | | 14,91 | 14,91 | 14,91 |
| Peces muertos en el proceso | | | 0 | 0 | 0 |
| % Supervivencia infectados | | | 100 | 100 | 100 |
| TOTAL juveniles en acuarios | 1664 | 10665 | 13437 | 132918 | 25766 |

Tabla 23. Resumen de las infecciones con gloquidios de *Unio ravoisieri* separado por especie de pez huésped y por año. Se indica los peces infectados al inicio de cada infección en laboratorio y los vivos al final del proceso, también se indican los peces infectados liberados directamente en el lago, los juveniles contados a partir de peces en laboratorio, el promedio de juveniles de náyade por pez infectado, los peces muertos en el proceso y la supervivencia de los infectados.

3.5.5. Infección de peces y suelta sin recogida de náyades

Se han liberado en el lago entre 2012 y 2013, 3.517 peces parasitados con centenares y miles de gloquidios de *U. mancus* y *U. ravoisieri*. Se desconoce la mortalidad natural de estos peces liberados en condiciones naturales en el lago de Banyoles, donde existe una enorme presión de depredación por peces exóticos invasores como la perca americana y la lucioperca. Esta mortalidad era mayor en los peces pequeños, y hay que tener en cuenta que estos peces deben sobrevivir al menos 20 días para que los juveniles de náyade se suelten y puedan caer al



sedimento. Otro aspecto a tener en cuenta es la movilidad de los peces, puesto que estos se pueden trasladar a zonas del lago con el fondo cubierto por caráceas (*Chara* sp.), una alga que produce masas densas de hasta 2 metros de grueso, o pueden caer a profundidades mayores de 14 metros, dificultando la supervivencia de la náyade. En relación a esta movilidad si que se comprobó por parte del personal del proyecto LIFE que una gran parte de los peces soltados se había trasladado a las acequias de salida de agua del lago, permaneciendo allí durante muchos días. Justo en esta zona se han detectado en 2013 un aumento desproporcionado de los juveniles de náyade confirmando la relación entre estos ejemplares liberados, su movimiento y la aparición de ejemplares de náyade de pequeña talla (1 año de edad). Los peces se soltaron mayoritariamente en tres zonas del lago, la zona de salida del canal de remo al sur, la zona de la Pesquera del Cap de Bou en el Parque de la Draga y en una pasarela de madera de la zona norte en Lió.

En una aproximación optimista se puede estimar un 25-50% de supervivencia de estos 3.500 peces parasitados liberados, y calculando una infección a la baja de 100-150 juveniles por pez, se pueden haber soltado de esta forma entre 90.000 y 200.000 juveniles de *Unio mancus* y *U. ravoisieri*. Se han liberado muchos más peces con gloquidios de *mancus* que de *ravoisieri* (tabla 24): 2.219 por 1.298.

| | 2012 UMA | 2012 URA | 2013 UMA | 2013 URA | TOTAL Proyecto | Total UMA | Total URA |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------------|--------------|--------------|
| <i>Barbus meridionalis</i> | | | | | | | |
| Infectados liberados en el lago | 436 | 150 | 839 | 1082 | 2.507 | 1275 | 1232 |
| <i>Squalius laietanus</i> | | | | | | | |
| Infectados liberados en el lago | 871 | 0 | 73 | 59 | 1.003 | 944 | 59 |
| <i>Salaria fluviatilis</i> | | | | | | | |
| Infectados liberados en el lago | | | | 7 | 7 | | 7 |
| TOTAL peces liberados en lago | 1.307 | 150 | 912 | 1.148 | 3.517 | 2.219 | 1.298 |

Tabla 24. Resumen de los peces que han sido parasitados/infectados con gloquidios de náyade y liberados, separado por años, por especie de pez y por especie de náyade, y el total. UMA: *Unio mancus* y URA: *Unio ravoisieri*.

| Todas las especies de peces | TOTAL Proyecto | Total UMA | Total URA |
|---|-------------------|----------------|---------------|
| Peces infectados (Total) | 4871 | 3097 | 1774 |
| Peces infectados liberados en el lago | 3517 | 2219 | 1298 |
| Peces infectados en inicio (Laboratorio) | 1353 | 877 | 476 |
| Peces infectados vivos (Laboratorio) | 909 | 616 | 293 |
| Peces muertos en el proceso | 444 | 261 | 183 |
| % Supervivencia peces infectados | 67,18 | 70,24 | 61,55 |
| Juveniles contados (Laboratorio) | 132.918 | 107.152 | 25.766 |
| Juveniles/pez vivo | 146,22 | 173,95 | 87,94 |

Tabla 25. Resumen de los peces que han sido parasitados/infectados con gloquidios de náyade por especie de náyade y el total. Se separan los peces infectados total, los que han sido liberados en el lago directamente y los que se han mantenido en laboratorio de cría, de estos utilizados en el laboratorio se separan los que se han mantenido vivos y los muertos durante el proceso de maduración de los gloquidios, la supervivencia de estos peces en laboratorio, el total de juveniles de náyade recogidos de cada especie de náyade y el promedio de juveniles por pez.

3.5.6. Éxito de los peces hospedadores y duración de la metamorfosis de los gloquidios en juveniles de *U. mancus*

Los peces hospedadores de gloquidios de *U. mancus* según los resultados de este proyecto son:

- *Barbus meridionalis*
- *Squalius laietanus*
- *Barbus graellsii*
- *Salaria fluviatilis*
- *Tinca tinca*
- y podría ser *Cobitis bilineata*.



Este último se basa solo en la infección de un solo individuo, sin réplicas, por lo que sería necesario realizar otra prueba para descartar la posibilidad de contaminación de la muestra (tabla 26). Se descarta a otras especies como *C. Carpio*, *L. gibbosus* o *M. salmoides*, ya conocido y publicado en la bibliografía existente de la especie.

| <i>Unio mancus</i> | | | | | | |
|-------------------------------|------------|-----------------|---------------------|-----------------|-------------------|---------------------|
| Año | Mes | Nº peces | Nº juveniles | Tº media | Rango días | Rango º/días |
| <i>B. meridionalis</i> | | | | | | |
| 2011 | 4 | 7 | 838 | 17,0 | 17-23 (21) | 285-390 (355) |
| | 4 | 1 | 84 | 15,7 | 19-23 (22) | 295-365 (345) |
| | 6 | 14 | 83 | 21,3 | 13-18 (14) | 275-360 (275) |
| | 6 | 10 | 85 | 20,1 | 11-16 (12) | 220-320 (240) |
| | 7 | 29 | 3610 | 21,0 | 10-17 (12) | 210-360 (250) |
| 2012 | 4 | 57 | 4075 | 16,3 | 18-33 (26) | 232-521 (379) |
| | 4 | 15 | 213 | 16,9 | 19-28 (24) | 310-475 (400) |
| | 4 | 10 | 728 | 18,1 | 17-24 (19) | 290-420 (325) |
| | 5 | 82 | 35356 | 18,8 | 12-25 (17) | 190-465 (300) |
| | 5 | 35 | 1156 | 19,2 | 14-22 (16) | 260-425 (300) |
| | 6 | 13 | 2551 | 21,5 | 10-19 (13) | 200-400 (275) |
| | 6 | 19 | 2731 | 21,5 | 7-19 (11) | 145-410 (235) |
| 2013 | 4 | 90 | 16082 | 16,4 | 18-28 (23) | 275-460 (364) |
| | 4 | 10 | 2539 | 16,7 | 17-26 (21) | 260-430 (335) |
| | 4 | 54 | 21987 | 16,8 | 17-25 (23) | 345-437 (375) |
| | 6 | 20 | 3825 | 21,0 | 9-17 (13) | 190-360 (270) |
| <i>B. graellsii</i> | | | | | | |
| 2012 | 4 | 5 | 554 | 16,3 | 18-33 (25) | 275-520 (390) |
| | 6 | 5 | 1021 | 21,4 | 8-17 (12) | 170-365 (255) |
| <i>S. fluviatilis</i> | | | | | | |
| 2011 | 4 | 14 | 139 | 17,8 | 18-26 (22) | 215-445 (360) |
| | 6 | 5 | 42 | 20,2 | 11-15 (13) | 215-300 (260) |
| <i>S. laietanus</i> | | | | | | |
| 2011 | 4 | 7 | 1279 | 17,1 | 17-26 (21) | 290-445 (360) |
| | 6 | 2 | 8 | 21,5 | 12-17 (14) | 270-360 (300) |
| | 7 | 10 | 1774 | 20,9 | 10-17 (12) | 215-355 (260) |
| 2012 | 4 | 9 | 294 | 15,1 | 19-26 (25) | 280-390 (375) |
| | 4 | 18 | 5712 | 16,6 | 19-28 (21) | 275-450 (325) |
| | 6 | 4 | 271 | 22,1 | 9-19 (13) | 190-400 (275) |
| <i>Barbus sp.</i> | | | | | | |
| 2012 | 6 | 1 | 144 | 21,1 | 9-18 (13) | 210-400 (300) |
| <i>C. Bilineata</i> | | | | | | |
| 2012 | 6 | 1 | 2 | 21,0 | 9-10 | 210-230 |
| <i>T. tinca</i> | | | | | | |
| 2013 | 5 | 15 | 74 | 17,3 | 14-22 (22) | 230-380 (380) |
| <i>C. carpio</i> | | | | | | |
| 2013 | 4 | 1 | 0 | - | - | - |
| <i>L. gibbosus</i> | | | | | | |
| 2013 | 4 | 5 | 0 | - | - | - |
| <i>M. salmoides</i> | | | | | | |
| 2013 | 4 | 3 | 0 | - | - | - |

Tabla 26. Tabla resumen del resultado de las infecciones con gloquidios de *Unio mancus* de diferentes especies de peces entre 2011 y 2013. Se indica la especie de pez, el año y el mes en el cual se inició la infección de los peces con los gloquidios, el número total de peces utilizados, el número de juveniles de náyade recogidos de los peces después del proceso de maduración en los peces huéspedes y finalmente se indica la media de temperatura del periodo de maduración, el rango de días durante los cuales se recogen náyades juveniles caídas de los peces infectados (entre paréntesis el día de máxima recogida) y el rango de grados/día (obtenido a partir de sumar la temperatura diaria desde el día 1 hasta el último día, entre paréntesis la temperatura acumulada en el momento de máxima recogida de juveniles). Para el cálculo de los días de infección hay que tener en consideración que el día primero es el día siguiente



después de la infección con gloquidios de los peces, considerando el día que se realiza la infección como día 0. A su vez, hay que tener en cuenta que los días de inicio de la recogida de juveniles, de máxima caída y de final del proceso, corresponden al día de recogida o revisión de juveniles, por lo que son juveniles que han caído durante el día anterior a la recogida. Es decir que en la naturaleza estos se puede considerar que han caído un día antes de lo que determina esta tabla.

Ya se ha comentado anteriormente la decisión de utilizar preferentemente peces del genero *Barbus* para la cría de esta náyade por su mejor adaptabilidad a la cautividad y facilidad de manejo, descartando especies sensibles como la bagre, otras con poca productividad de juveniles como la tenca o por el pequeño tamaño y poca capacidad de carga como el pez fraile.

La duración de la metamorfosis o maduración del gloquidio en el pez hospedador es variable y depende de la temperatura del agua, o sea, de la época del año en la que se produce. Para las infecciones en el mes de abril, a una temperatura ambiente media entre 16-18 °C, la caída de juveniles empieza entre los días 17 y 19 después de la infección, con un máximo de suelta entre los días 21 y 25, acabando el proceso cerca del día 28. El otro extremo es el mes de junio, con una temperatura media controlada en laboratorio de 21,5 °C, cuando los primeros en caer lo hacen entre los días 9 y 11, el máximo se da a los 12 a 14. Hay que esperar que en condiciones naturales y a una mayor temperatura en junio, cercana a los 23-25 °C (tabla 26), la maduración sea mas rápida. En algunas ocasiones se han recogido juveniles antes de los previsto, en el día 6 o 7 (figura 16). Esto sucede puesto que se producen una cierta cantidad de abortos de juveniles que caen antes de tiempo pero que normalmente no son viables.

No se aprecian diferencias en la duración en días de la maduración de los juveniles entre las tres especies diferentes de pez huésped. La duración de la maduración del gloquidio enquistado en las branquias del pez es similar en las tres especies. Tampoco parece haber diferencia entre la duración de la maduración de *U. mancus* y *U. ravoisieri*.

El conocimiento detallado de la relación entre la temperatura, el día del mes y los días después de la infección cuando caen los juveniles recién madurados, nos permite planificar de forma detallada la utilización de acuarios, tanques y cilindrocónicos de forma rotativa (figuras 15 a 18). Los 6 cilindrocónicos donde se produce la recogida de juveniles tienen una capacidad limitada de peces, y van a estar ocupados unos días determinados para cada infección. Hay un limitante de espacio, por lo que hay que planificar y realizar las infecciones en función de la disponibilidad de cilindrocónicos, y no en función de la producción de gloquidios por parte de los adultos de náyade. Esto también permite conocer cuando es el momento de dejar de dar de comer a los peces infectados, justo dos días antes de la caída del primer juvenil, para que las heces de los peces no se mezclen con los juveniles que caen en el sistema de recogida.

Ha sido muy interesante en este sentido haber comprobado que los gloquidios siguen activos a las 24 e incluso 48 horas de su suelta (comprobación personal). Pudiéndose así guardar unos días para ajustar las infecciones a nuestras necesidades y funcionar de forma sincronizada en cada proceso.



Released juveniles of *Unio mancus* over *Barbus meridionalis* in 2011

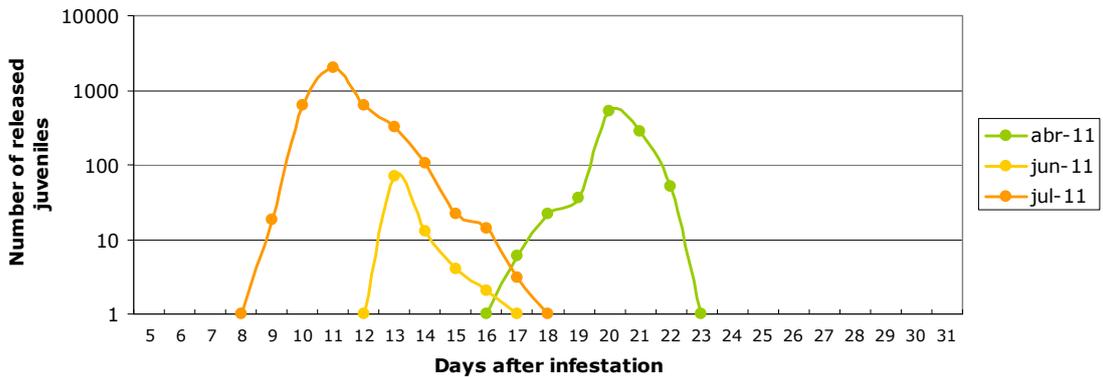


Figura 15. Número de juveniles de *U. mancus* recogidos por día después de la infección en Barbo de montaña en 2011 agrupado según el mes en el que se ha producido la infección.

Released juveniles of *Unio mancus* over *Barbus meridionalis* in 2012

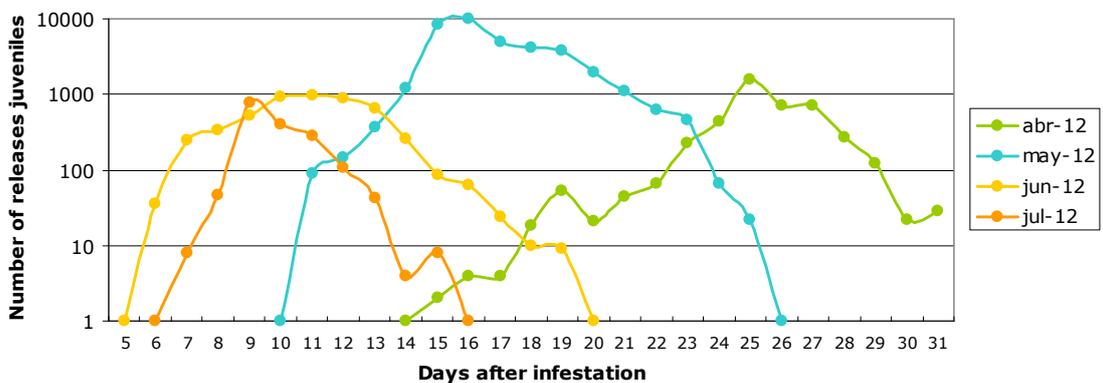


Figura 16. Número de juveniles de *U. mancus* recogidos por día después de la infección en Barbo de montaña en 2012 agrupado según el mes en el que se ha producido la infección.

Released juveniles of *Unio mancus* over *Barbus meridionalis* in 2013

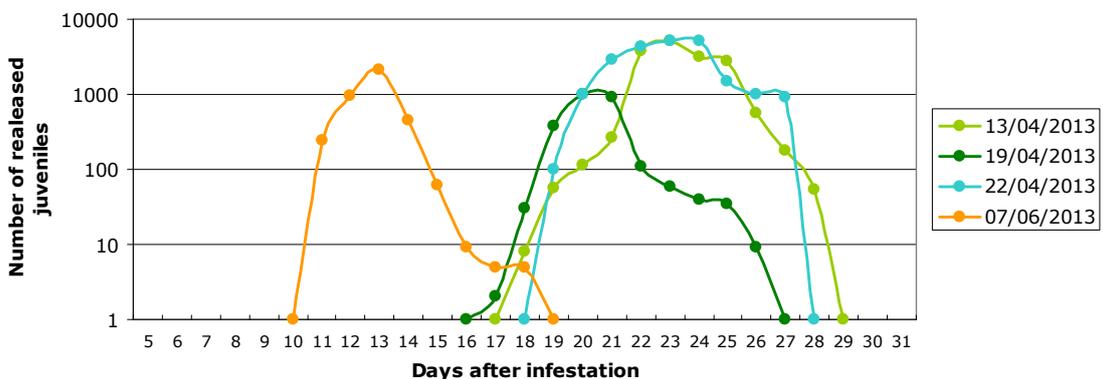


Figura 17. Número de juveniles de *U. mancus* recogidos por día después de la infección en Barbo de montaña en 2013 agrupado según la fecha de inicio de la infección.

Released juveniles of *Unio mancus* over *Squalius laietanus*

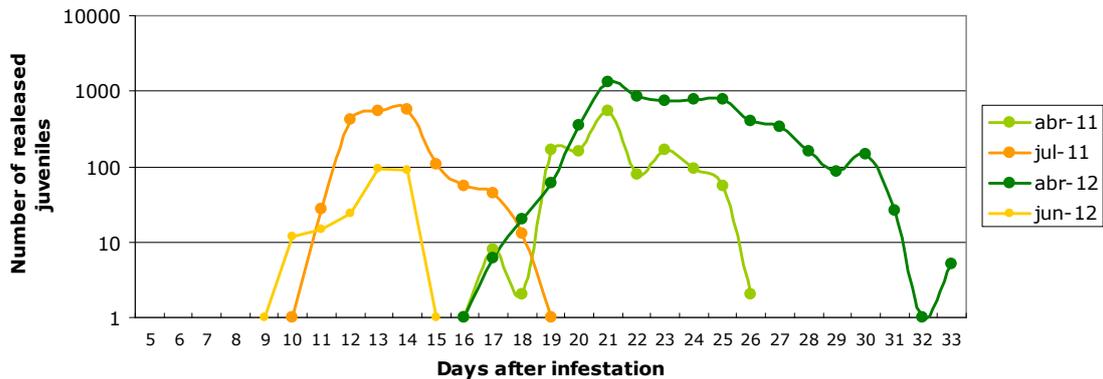


Figura 18. Número de juveniles de *U. mancus* recogidos por día después de la infección de bagres en 2011 y 2012 agrupado según el mes en el que se ha producido la infección.

3.5.7. Éxito de los peces hospedadores y duración de la metamorfosis de los gloquidios en juveniles de *U. ravoisieri*

Los peces hospedadores de gloquidios de *U. ravoisieri* según los resultados de este proyecto son:

- *Barbus meridionalis*
- *Squalius laietanus*
- *Barbus graellsii*
- *Salaria fluviatilis*
- *Tinca tinca*
- *Phoxinus phoxinus*

Se descarta otras especies como *M. salmoides* o *P. fluviatilis*. Para esta especie hasta ahora no se habían descrito las especies hospedadoras de sus gloquidios, puesto que estaba determinada como *U. elongatulus penchinatianus* en el lago o *U. elongatulus aleroni* en el río Ser. Estudios anteriores con la población de *U. ravoisieri* del río Ser, catalogada hasta hace poco como *U. elongatulus aleroni*, habían comprobado la reproducción de las náyades en *Barbus meridionalis* y *S. laietanus*.

Por primera vez se ha comprobado también su parasitación en *B. graellsii*, que no se encuentra dentro de su área de distribución de forma natural, y *S. fluviatilis*, *T. tinca*, y *P. phoxinus*.

Ya se ha comentado anteriormente la utilidad de utilizar preferentemente peces del genero *Barbus* para la cría de esta especie por su mejor adaptabilidad a la cautividad y facilidad de manejo, descartando especies sensibles como la bagre, otras con poca productividad de juveniles como la tenca o el *phoxinus*, o por su pequeño tamaño y poca capacidad de carga como el pez fraile.

La duración de la metamorfosis o maduración del gloquidio en el pez hospedador es variable y depende de la temperatura del agua, o sea, de la época del año en la que se produce. Para las infecciones a finales del mes de abril y primero de mayo, a una temperatura ambiente media entre 17-20 °C, la caída de juveniles empieza entre los días 11 y 16 después de la infección, con un máximo de suelta entre los días 17 y 22, acabando el proceso cerca del día 24 (tabla 27). Por otro lado, el mes de junio, con una temperatura media controlada en laboratorio de 21-22 °C, cuando los primeros en caer lo hacen entre los días 8 y 11, el máximo se da los días 10 a 12. Hay que esperar que en condiciones naturales y a una mayor temperatura en junio, cercana a los 23-25 °C, la maduración sea más rápida.



Unio ravoisieri

| Año | Mes | Nº peces | Nº juveniles | Tº media | Rango días | Rango °/días |
|-------------------------------|-----|----------|--------------|----------|------------|---------------|
| <i>B. meridionalis</i> | | | | | | |
| 2011 | 7 | 6 | 278 | 21,4 | 11-17 (12) | 235-365 (260) |
| 2012 | 4 | 3 | 85 | 18,2 | 16-26 (22) | 300-470 (400) |
| | 5 | 7 | 5068 | 18,4 | 13-21 (19) | 230-390 (350) |
| | 5 | 30 | 3431 | 19,8 | 13-23 (15) | 250-460 (290) |
| | 6 | 21 | 1677 | 22,6 | 8-15 (10) | 175-340 (230) |
| 2013 | 5 | 1 | 136 | 18,8 | 12-19 (13) | 230-350 (250) |
| | 5 | 18 | 2435 | 17,3 | 11-24 (19) | 195-400 (330) |
| | 5 | 4 | 126 | 18,3 | 13-17 (15) | 240-325 (280) |
| | 6 | 4 | 177 | 20,8 | 9-14 (12) | 185-290 (250) |
| <i>B. graellsii</i> | | | | | | |
| 2013 | 5 | 20 | 4357 | 17,2 | 13-24 (19) | 215-410 (320) |
| | 5 | 39 | 4456 | 18,2 | 11-21 (16) | 191-375 (275) |
| <i>S. fluviatilis</i> | | | | | | |
| 2011 | 5 | 16 | 46 | 18,5 | 16-20 (17) | 295-370 (315) |
| | 5 | 7 | 5 | 18,2 | 17-21 (18) | 310-385 (330) |
| | 6 | 12 | 39 | 20,8 | 12-19 (15) | 250-395 (335) |
| <i>S. laietanus</i> | | | | | | |
| 2011 | 5 | 2 | 138 | 18,3 | 13-20 (16) | 235-370 (290) |
| | 7 | 13 | 1216 | 21,4 | 11-17 (12) | 235-365 (260) |
| 2012 | 6 | 8 | 336 | 22,0 | 8-15 (11) | 175-325 (240) |
| 2013 | 5 | 5 | 1230 | 17,3 | 15-24 (19) | 260-400(330) |
| <i>M. salmoides</i> | | | | | | |
| 2013 | 5 | 4 | 0 | - | - | - |
| <i>P. fluviatilis</i> | | | | | | |
| 2013 | 5 | 2 | 0 | - | - | - |
| <i>P. phoxinus</i> | | | | | | |
| 2013 | 5 | 11 | 164 | 19,6 | 12-17 (13) | 230-335 (250) |
| <i>T. tinca</i> | | | | | | |
| 2013 | 5 | 10 | 224 | 17,3 | 13-24 (21) | 230-400 (360) |

Tabla 27. Tabla resumen del resultado de las infecciones con gloquidios de *Unio ravoisieri* de diferentes especies de peces entre 2011 y 2013.

Released juveniles of *Unio ravoisieri* over *Barbus meridionalis* 2011-13

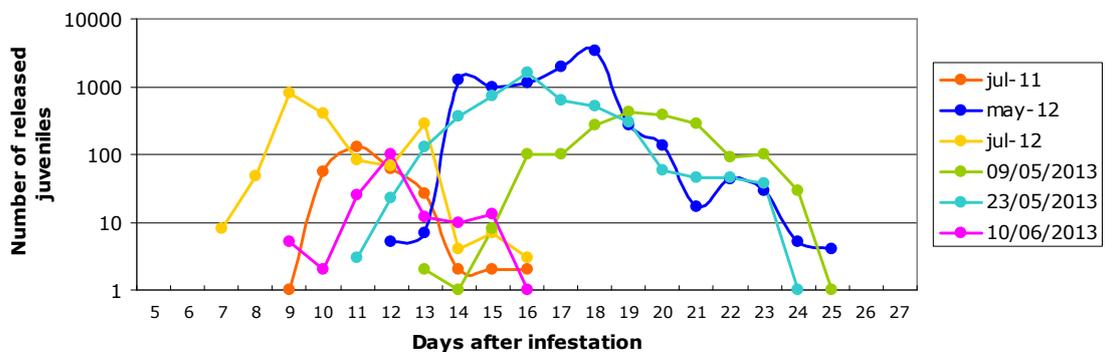


Figura 19. Número de juveniles de *U. ravoisieri* recogidos por día después de la infección de barbos de montaña en 2011, 2012 y 2013 agrupado según el mes en el que se ha producido la infección o según la fecha de inicio de la infección.

Released juveniles of *Unio ravoisieri* over *Squalius laietanus* 2011-13

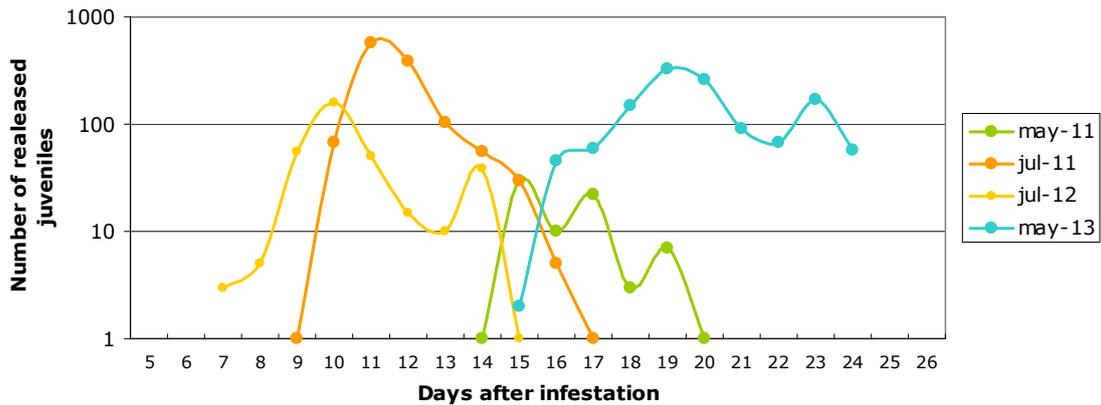


Figura 20. Número de juveniles de *U. ravoisieri* recogidos por día después de la infección de bagres en 2011, 2012 y 2013 agrupado según el mes en el que se ha producido la infección.

No se aprecian diferencias en la duración en días de la maduración de los juveniles entre las tres especies diferentes de pez huésped. La duración de la maduración del gloquidio enquistado en las branquias del pez es similar en las tres especies. Tampoco parece haber diferencia entre la duración de la maduración de *U. mancus* y *U. ravoisieri*.

El conocimiento detallado de la relación entre la temperatura, el día del mes y los días después de la infección cuando caen los juveniles recién madurados de náyade nos permite planificar de forma detallada la utilización de acuarios, tanques y cilindrocónicos de forma rotativa (figuras 19 a 20). Los 6 cilindrocónicos donde se produce la recogida tienen una capacidad limitada de peces, y van a estar ocupados unos días determinados para cada infección. Se tienen que realizar las infecciones en función de la disponibilidad de cilindrocónicos, y no en función de la producción de gloquidios por parte de los adultos de náyade. Esto también permite conocer cuando es el momento de dejar de dar de comer a los peces infectados, justo dos días antes de la caída del primer juvenil, para que las heces de los peces no se mezclen con los juveniles que caen en el sistema de recogida.

3.5.8. Revisión del éxito de las infecciones de peces

En algún momento del proceso de infecciones de peces se han realizado unos controles para comprobar el éxito de la parasitación de los peces con los gloquidios. El procedimiento ha sido esperar al segundo día después de la infección y luego revisar el pez. El pez se captura y se anestesia, y una vez dormido se miran las branquias debajo de la lupa separando con cuidado cada branquia con unas pinzas suaves. También se han revisado branquias de peces muertos después de la infección de estos con gloquidios.

Para contar todos los gloquidios enquistados se debería sacrificar el pez, por lo que esto no se ha realizado. Se ha dedicado especial atención a comprobar la buena parasitación de los peces en aquellas infecciones en las que los peces eran liberados directamente en el lago de Banyoles y no se tienen datos posteriores de seguimiento.

| Nº infección | Acuario | Fecha | Especie | Longitud | Nº gloquidios | Nº peces | Localización |
|--------------|---------|------------|---------|-----------|---------------|----------|--------------|
| INF01 UMA | B10 | 11/04/2012 | LGR | 15-20 cm. | >15 | 1 | Branquias |
| INF01 UMA | A6 | 12/04/2012 | BME | 10-15 cm | >30 | 1 | Branquias |
| INF01 UMA | A6 | 12/04/2012 | BME | 15-20 cm. | >20 | 1 | Branquias |
| INF01 UMA | T1 | 13/04/2012 | BME | 15-20 cm. | >50 | 1 | Branquias |
| INF01 UMA | T1 | 13/04/2012 | BME | 15-20 cm. | >50 | 1 | Branquias |



| Nº infección | Acuario | Fecha | Especie | Longitud | Nº gloquidios | Nº peces | Localización |
|--------------|---------|------------|---------|-----------|---------------|----------|--------------|
| INF01 UMA | c2 | 13/04/2012 | SLA | 10 cm. | >70 | 1 | Branquias |
| INF01 UMA | C2 | 13/04/2012 | SLA | 10 cm. | >25 | 1 | Branquias |
| INF02 UMA | Lago | 17/04/2012 | SLA | 10-15 cm | 6 | 1 | Branquias |
| INF02 UMA | Lago | 17/04/2012 | SLA | 10 cm. | >20 | 1 | Branquias |
| INF02 UMA | Lago | 17/04/2012 | SLA | 10-15 cm | 0 | 1 | Branquias |
| INF02 UMA | Lago | 17/04/2012 | SLA | 10-15 cm | >30 | 1 | Branquias |
| INF02 UMA | Lago | 17/04/2012 | BME | 10 cm. | 0 | 1 | Branquias |
| INF02 UMA | Lago | 17/04/2012 | SLA | 10-15 cm | >30 | 1 | Branquias |
| INF02 UMA | Lago | 17/04/2012 | SLA | 10-15 cm | >30 | 1 | Branquias |
| INF02 UMA | Lago | 17/04/2012 | SLA | 10 cm. | >5 | 1 | Branquias |
| INF02 UMA | Lago | 17/04/2012 | BME | 10 cm. | 0 | 1 | Branquias |
| INF02 UMA | Lago | 17/04/2012 | SLA | 10-15 cm | >25 | 1 | Branquias |
| INF02 UMA | Lago | 17/04/2012 | SLA | 10 cm. | >25 | 1 | Branquias |
| INF02 UMA | Lago | 17/04/2012 | SLA | 10-15 cm | >40 | 1 | Branquias |
| INF02 UMA | Lago | 17/04/2012 | BME | 10-15 cm | >50 | 1 | Branquias |
| INF02 UMA | C1 | 18/04/2012 | SLA | 15-20 cm. | >50 | 1 | Branquias |
| INF02 UMA | C1 | 18/04/2012 | SLA | 15-20 cm. | >40 | 1 | Branquias |
| INF05 UMA | N6 | 28/05/2013 | TTI | 12 cm. | 0, 2, 10 | 3 | Branquias |
| INF03 URA | T3 | 09/05/2013 | TTI | 10 cm | 10 o 12 | 1 | Branquias |
| INF03 URA | T3 | 21/05/2013 | TTI | 12 cm. | 0 | 1 | Branquias |
| INF03 URA | T3 | 21/05/2013 | TTI | 12 cm. | >40 | 1 | Branquias |
| INF03 URA | C4 | 28/05/2013 | TTI | 12 cm. | 10-20 | 4 | Branquias |
| INF09 URA | B12 | 03/06/2013 | MSA | | 0 | 3 | Branquias |
| INF09 URA | B7 | 03/06/2013 | PFL | | 0 | 2 | Branquias |
| INF10 URA | B8 | 03/06/2013 | PPH | 8 - 10 cm | 40 | 2 | Branquias |

Tabla 28. Tabla resumen de las revisiones de gloquidios enquistados en peces huésped infectados. Se indica la infección inspeccionada, el acuario o destino del pez, la fecha de infección, la especie de pez infectada (código nombre científico), la longitud del pez, el número de gloquidios enquistados en cada pez, el número de peces revisados y el lugar donde estaban enquistados los gloquidios.

En general se ha comprobado que en alguna ocasión la parasitación con gloquidios no ha sido muy buena, que existe bastante variación, y que en algunos casos las infecciones son muy eficientes. Evidentemente, las especies de peces que no han funcionado como pez huésped, como el black bass (MSA) o la perca (PFL), no tienen gloquidios enquistados. Otro caso es el de especies que funcionan pero con bajo rendimiento, como es el caso del phoxino (PPH) o la tenca (TTI), donde se observan en ocasiones densidades elevadas de gloquidios enquistados (hasta 40 por pez) pero con una producción de juveniles por pez muy baja (tabla 27), indicando que pueden producirse abortos naturales o juveniles no viables que caen antes de lo previsto.

El enquistamiento de los gloquidios se forma esencialmente en las branquias, aunque en casos extremos de infección en acuarios se han observado fijaciones de larvas en aletas y piel.

3.5.9. Diferentes sistemas de recogida de juveniles utilizados 2011-2013 e innovaciones aplicadas al proceso

A continuación se describen los sistemas utilizados según el protocolo de cría de náyades (Acción A)

Sistema 1. Sifonado/succión del fondo de un acuario (figura 21). Utilizado en 2011 y puntualmente los otros años. Se cubre con una red de plástico de 1cm de malla el fondo del acuario donde están los peces infectados con gloquidios, y cada uno o dos días se succiona el fondo del acuario para recoger los juveniles. El contenido se pasa por una malla de 200 micras y se vierte en una placa de petri. La red de debajo impide que los peces se coman los juveniles. Durante el proceso no hay filtración ni bombeo del agua, que solo contiene un aireador, y no se da de comer a los peces.



Figura 21. Sistema 1. Sifonado del fondo de un acuario en batería para recoger los juveniles del fondo.

Sistema 2. Acuarios con succión automática. Utilizado en 2011. En un acuario de pequeña capacidad, se coloca una bomba de agua para succionar el agua del fondo del acuario y crear una corriente desde el fondo a través de un tubo de PVC con agujeros que impide que los juveniles se adhieran al fondo del acuario; de esta forma son absorbidos por la bomba e introducidos en un filtro con una malla de 200 micras donde van a quedar atrapados (Figura 22). El filtro mantiene agua, por lo que se puede revisar cada 24 o 48 horas si no se satura, si el agua está limpia. El filtro se saca del acuario de forma manual, se limpia en una placa de petri y se procede al conteo de los juveniles.

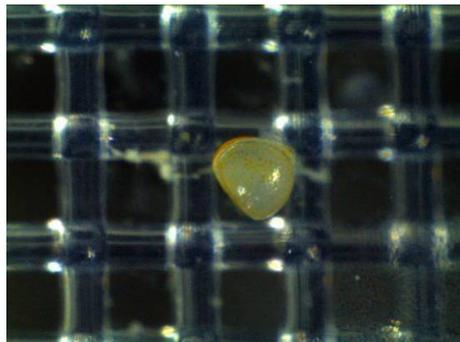


Figura 22. Sistema 2. Adaptación de una estantería de acuarios en batería, con un sistema de bombas y filtros, de forma que la succión de los juveniles es automática y quedan retenidos en un filtro.

Sistema 3. Depósitos cilíndricos o troncocónicos. El troncocónico es un acuario de forma cilíndrica pero que en su parte inferior tiene forma de cono para acabar con una boca de salida que puede cubrirse con un tapón o con un sistema de salida de tubos. Esto puede ser útil para mantener con alimentación los peces y a su vez, en la fase final de la infección, colocar un sistema de filtrado para los juveniles en la parte inferior. Funcionan con un filtro para la limpieza del agua mientras los peces no liberen juveniles. Cuando los peces van a liberar los juveniles se coloca un recipiente con una malla de 200 micras para recoger los juveniles antes de llegar a la bomba impulsora de agua. (Figura 23) Aplicado en 2012 y 2013.



Figura 23. Sistema 3. Depósitos cilíndricos o troncocónicos. Detalle del sistema de conexiones para evitar que el depósito se seque. El tubo que sale por debajo se eleva para luego caer en un cubo donde hay un bote de plástico recortado con una malla de 200 micras (círculo rojo). Desde el cubo un filtro normal de acuario eleva el agua y la sube hasta dentro del cilindrocónico. Imágenes también de la recogida del filtro y la selección de los juveniles.



Innovaciones:

- El sistema de cilindrocónico ha sido el más práctico y efectivo de todos. El depósito permite mayor capacidad de peces (hasta 15 por depósito sin son peces pequeños) y más producción de juveniles (entre 1.500 y 3.000 juveniles/cilindrocónico). Capacidad máxima con 6 cilindrocónicos de producir 9.000-18.000 juveniles cada 30 días en abril y mayo, y cada 20 días en junio y julio. Un total máximo de 90 peces por infección y una producción de 45.000 – 100.000 juveniles en un año.
- Sistema de renovación con entrada de agua del lago en el cilindrocónico para mejorar la calidad del agua y evitar subida de nitratos. El filtro-bomba no es suficiente para mantener la calidad del agua.
- Recogida de juveniles muy eficiente. El bote con el filtro de 200 micras donde quedan retenidos los juveniles es muy accesible. Solo hay que cerrar el grifo de debajo y se puede extraer el bote (circulo rojo figura 23) y limpiar el filtro en una placa de petri.
- En 2013 se colocó un filtro en la tubería del agua de entrada procedente del lago para evitar la entrada de zooplancton que saturaba los filtros de los cilindrocónicos (foto 122). En 2012, en las ocasiones cuando el filtro se revisaba cada 48 horas, los filtros no solo estaban llenos de juveniles de náyade sino que estaban repletos de zooplancton, saturando la malla y provocando pérdida de agua por encima con el riesgo de perder juveniles. Con el filtro de plancton los cilindrocónicos se pueden revisar cada 48 h.
- El equipamiento dispone de un sistema de seguridad para no quedarse nunca sin agua, ni los peces, ni el filtro con los juveniles de náyade. Permiten alimentar a los peces si es necesario, y como único contratiempo hay que evitar que los peces se metan en el agujero de salida inferior de agua colocando una red de malla grande en el agujero inferior o debajo de los peces.
- Adquisición de una lupa binocular para la revisión de las muestras de juveniles, contar los individuos y ver su viabilidad (si están vivos o no). Ha permitido tomar fotografías digitales de náyades en todo su ciclo y de gran calidad (ver anexos fotografías).

3.6. Siembra, mantenimiento y cría de juveniles

3.6.1. Siembra de juveniles

Los juveniles de náyade recogidos de cada infección han sido depositados o sembrados en diferentes ambientes o entornos para su engorde y desarrollo. Los diferentes lugares de siembra han sido determinados a partir del protocolo de cría de náyades y pretenden ser muy diversos para garantizar el éxito del proceso y para poder comparar los diferentes modelos y mejorar el sistema durante el proyecto. Se han alternado también siembras en ambientes controlados del laboratorio con siembras directas en la naturaleza, para así también poder comparar, en estos casos, los crecimientos, aunque no ha servido para comparar supervivencias.

A continuación se hace una breve descripción del destino de siembra de los juveniles recogidos en el laboratorio, para luego en otro apartado explicar detalladamente el resultado de cada una de estas siembras a lo largo del tiempo.

En 2010, como ya se ha comentado, no se obtuvieron juveniles.

En 2011 se recogieron los primeros juveniles de náyade y se sembraron a través de 3 sistemas diferentes (tabla 28). A partir de la bibliografía y conocimientos previos



se decidió probar con un sistema de siembra dentro del laboratorio y otro en las piscinas exteriores.

Un grupo pequeño de unos 329 individuos de *U. manicus* fueron depositados en un acuario con sedimento del lago, con un aireador, sin bomba de filtrado y con cambios de 1/3 del agua cada dos días. Este acuario estaba situado dentro del laboratorio en un ambiente con temperatura controlada. El resto de juveniles recogidos a partir del sistema de recogida de juveniles practicado en 2011 (ver 3.5.6) fueron sembrados en una pila de incubación dentro del laboratorio. En 2011 la pila de incubación funcionó con un sistema de bandejas con sedimento pero con un flujo de agua de abajo a arriba (ver protocolo), probando con dos tipos de sedimentos diferentes.

Otro sistema de siembra utilizado en 2011 fue el de liberar peces infectados con gloquidios en una piscina (*manicus* en piscina 1 y *ravoisieri* en piscina 2). El problema de este sistema es que no se ha podido determinar con seguridad cuantos juveniles se sembraron en realidad, solo se ha podido estimar un número a partir del número de peces liberados y el promedio juveniles/pez de 2011. La piscina fue rellenada con unos 20 cm de sedimento del lago, dejado unas semanas madurar y con una renovación parcial del agua diaria. La entrada y salida de agua es superficial, y en el fondo se produjeron algunos crecimientos importantes de algas caráceas, después de lo cual se instalaron unas telas para sombrear. Otro problema de este sistema es que al cabo de un tiempo hay que sacar a los peces y esto supone bajar el nivel de agua, remover el fondo, aumentar la turbidez del agua, y capturar con salabre los peces con riesgo de perder algunos juveniles. Los datos de 3.000 *U. manicus* y 1.800 *U. ravoisieri* sembrados por este sistema han sido estimados y no forman parte de los individuos contabilizados en la infecciones del laboratorio (ver tabla 21 y 23).

| Especie/año | 2011 | | 2012 | | 2013 | | Total | |
|--|---------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|---------------|
| | UMA | URA | UMA | URA | UMA | URA | UMA | URA |
| Sistema de siembra | | | | | | | | |
| Acuario con sedimento (Lab.) | 329 | | 489 | | | | 818 | 0 |
| Piscinas exteriores con sedimento (Lab.) | ~3000 | ~1800 | 26038 | 7417 | 36140 | 4318 | 65.178 | 13.535 |
| Cajas de sedimento en (Lab.) piscinas ext. | | | 2793 | 2302 | | | 2.793 | 2.302 |
| Pila de incubación con sedimento (Lab.) | 7464 | 1592 | 15447 | 875 | | | 22.911 | 2.467 |
| Tubo-Canal con sedimento | | | | | 7766 | 9119 | 7.766 | 9.119 |
| Tuppers sin sedimento (Lab.) | | | 2653 | | 601 | | 3.254 | 0 |
| Lago de Banyoles (Naturaleza) | | | 517 | | | | 517 | 0 |
| Acequias de salida lago (Naturaleza) | | | 5251 | | | | 5.251 | 0 |
| Arroyo Can Morgat (Naturaleza) | | | 387 | | | | 387 | 0 |
| TOTAL | 10.793 | 3.392 | 53.575 | 10.594 | 44.507 | 13.437 | 108.875 | 27.423 |

Tabla 28. Tabla resumen del numero de juveniles sembrados en cada sistema o lugar diferente separado por años y por especie de náyade (UMA: *manicus* y URA.- *ravoisieri*).

En 2012 se incorporaron nuevos sistemas de siembra para buscar más diversidad, asegurar el éxito y mejorar los sistemas existentes. Por un lado se liberaron individuos juveniles de *U. manicus* obtenidos en el laboratorio directamente en el medio natural. De estos se sembraron 5.251 en unas bandejas-cajas dentro de las acequias de salida de agua del lago, 517 en otra bandeja-caja con sedimento en el lago de Banyoles y 387 soltadas directamente sobre el sedimento natural del arroyo de Can Morgat.

Aunque el objetivo general del laboratorio de cría de náyades era alimentar los juveniles de forma natural con el agua del mismo lago, se quiso realizar un experimento de alimentación para estudiar posibles mejoras en el engorde de los juveniles. Para ello se planificó el experimento utilizando diferentes tuppers de plástico de 400 ml de capacidad, a cada uno de los cuales se les suministraba un



alimento diferente. A este sistema de siembra fueron 2653 individuos de *U. manicus*.

También como en 2011, se sembraron 489 juveniles de *U. manicus* en un acuario con sedimento. La mayoría de ejemplares de náyade fueron sembrados en el sistema de piscinas, por parecer hasta el momento el mejor sistema de cría. A principios de 2012 se detectaron numerosos juveniles de *U. manicus* cercanos a 1 cm en la piscina 1, y de *U. ravoisieri* en piscina 2, este segundo en menor cantidad. Se preparó una nueva piscina, la 3, para sembrar *U. manicus* y *U. ravoisieri* en abundancia. Se utilizó también la piscina 2 para *U. ravoisieri* puesto que había pocos ejemplares de 2011. Finalmente se optó también por utilizar la piscina 4, donde se depositaron diversas bandejas-caja con sedimento del lago, con siembras de juveniles conocidas (cantidad y fecha) para poder establecer algunos cálculos de supervivencia y crecimiento diferencial entre los primeros juveniles nacidos y sembrados en mayo y los últimos en julio. Otro sistema que también se utilizó en 2012 fue el de la pila de incubación, aunque este año se realizaron cambios porque la siembra de 2011 en este sistema no había sido exitosa. Por todo ello, en 2012 la pila de incubación funcionó como si fuera un canal de agua corriente de forma constante y con sedimento en el fondo. La pila simulaba un canal pero dentro del laboratorio alimentado con agua del lago, sin depredadores naturales y con luz semi-artificial. Por este sistema se sembraron 15.500 *U. manicus* y 875 *U. ravoisieri*.

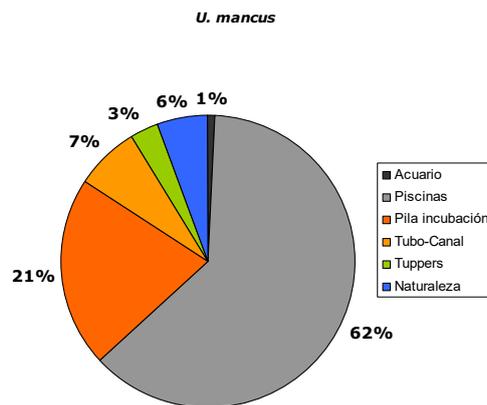


Figura 24. Lugares de siembra de los juveniles de *U. manicus* nacidos en el laboratorio de cría de náyades.

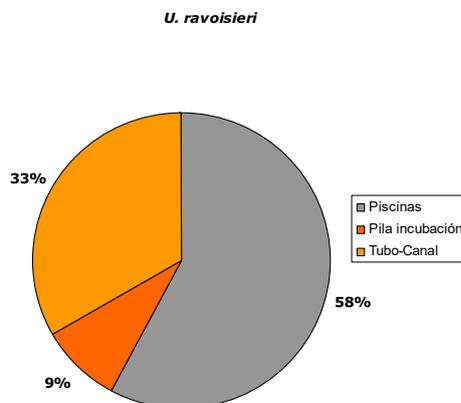


Figura 25. Lugares de siembra de los juveniles de *U. ravoisieri* nacidos en el laboratorio de cría de náyades.



Ya en 2013 se conocía en menor o mayor medida el éxito de cada uno de los sistemas de siembra. La pila de incubación estaba funcionando muy bien con ejemplares de 2012 en crecimiento, aunque eran bastante pequeños comparados con los de las piscinas, por lo que se decidió mantenerlos en este sistema y no utilizarlo para sembrar ejemplares en 2013. Como alternativa se construyeron unos canales artificiales con agua en movimiento y sedimento en el exterior del laboratorio, en donde se han sembrado 7.700 *manacus* y 9.100 *ravoisieri*. Se volvió a sembrar en piscinas. En este caso, las piscinas 1 y 2 con juveniles del 2011 fueron revisadas y limpiadas, los ejemplares obtenidos se sembraron en otros sistemas, y se renovó el sedimento de las piscinas 1 y 2 para volver a ser utilizadas en 2013. Aquí se han sembrado otra vez 36.140 *manacus* en piscina 1 y 4.318 *ravoisieri* en piscina 2. En 2013 se realizó un pequeño experimento con 600 juveniles en tupper.

3.6.2. Siembra en acuario

El sistema de siembra en acuarios es probablemente uno de los más simples. Se trata de mantener un acuario con sedimento del mismo lago, unos 7-10 cm, con dos aireadores y con cambios de agua cada 2-3 días. El problema de este sistema es la alimentación de los juveniles, puesto que la baja renovación del agua puede afectar a una falta de alimento. También surge la duda de una posible anoxia en el sedimento, aunque el acuario dispone de inyección de aire.

Para mejorar el control de los ejemplares sembrados estos se depositaron dentro del sedimento pero en un recipiente circular (foto 124 a 127).

Siembra de 2011

Los 329 ejemplares de *U. manacus* plantados en mayo de 2011 se mantuvieron vivos al menos 8 días. En la revisión de agosto y septiembre del mismo recipiente se comprobó que ya no había ningún ejemplar vivo y solo se encontraron unas pocas conchas muertas (4 individuos).

Siembra de 2012

En 2012 se siembran 489 ejemplares en sedimento de acuario durante el mes de mayo. El 30 de octubre se revisa todo el sedimento del acuario N2 pasándolo por una malla de 500 micras sin obtener ningún ejemplar vivo ni muerto. El acuario estuvo durante buen tiempo con una capa fina de algas filamentosas cubriendo la superficie. Ni rastro de ejemplares pequeños ni conchas muertas.

Después de las dos experiencias se ha desestimado el uso de acuarios con sedimento para el mantenimiento y cría de los juveniles de náyade. Los cambios de agua constantes que hay que realizar también dificultan el mantenimiento de este sistema, por lo que se debería buscar algún método más autónomo que no requiera de tanto trabajo.

3.6.3. Siembra en pila de incubación

Para mantener juveniles en un ambiente con agua corriente y poca profundidad, con compartimentos, se dispuso de una pila – bandeja de incubación de fibra de vidrio y poliéster. Esta pila de incubación mide 2,4 metros de largo por 60 cm de ancho y 17 cm de altura, con 4 bandejas o cajones de incubación de 40 x 40 cm y un sistema de rejillas para permitir el paso del agua a través de las bandejas, con un desagüe final en un extremo. La bandeja cuenta con un sistema de recirculación constante del agua a través de una bomba de recirculación y periódicamente se le añade agua directa del mismo lago para aportar nutrientes al sistema a través de un programador (fotos 128 a 141).

La pila de incubación está situada en el interior del laboratorio de cría de náyades, conectada con el sistema de agua del lago, también cuenta con iluminación artificial.

Se ha experimentado con dos diseños de funcionamiento diferentes para comprobar cual es mejor para la cría y engorde de la náyades, uno aplicado en 2011 y otro en 2012.

Diseño 1. Año 2011. (fotos 131 a 135)

En 2011 se ha utilizado la pila de incubación con 2 bandejas incorporadas en la parte central, equipada en un extremo con una bomba para recircular el agua de un extremo a otro de la pila. Además hay otra manguera que aporta agua de forma periódica procedente del lago para renovar el agua y aportar nutrientes. El agua que entra crea una corriente y sale al final de la pila por un rebosadero que a través de un desagüe sale al exterior del laboratorio.

El diseño permite que en cada bandeja el agua circule de abajo hacia arriba, contribuyendo a la limpieza y oxigenación del sistema. Funcionan en sistema cerrado y abierto, siempre con circulación de agua (figura 26). En ella se han plantado los juveniles obtenidos en los acuarios y/o depósitos troncocónicos.

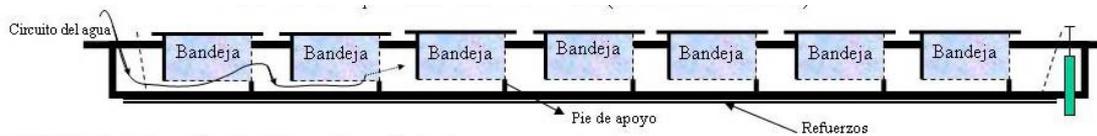


Figura 26. Esquema del funcionamiento de una bandeja incubadora.

Se han preparado dos bandejas, una para sembrar 7.464 U. *mancus* y la otra para 1.592 U. *ravoisieri*. Además dentro de cada bandeja se han creado dos compartimientos con dos sedimentos diferentes, un sedimento de creta lacustre (arena procedente de explotación de áridos), y otro sedimento de fangos del lago (fango procedente del fondo del mismo lago) (foto 131). Se ha colocado además una rejilla de plástico verde para crear cuadrados de 5x5 cm con una numeración para ver la evolución de las siembras (foto 134).

| Fecha siembra | Fecha revisión | Días después siembra | Longitud media (micras) | Núm. ejemplares | Desv. Est. |
|---------------|----------------|----------------------|-------------------------|-----------------|------------|
| 08/05/2011 | 27/10/2011 | 180 | 844,25 | 4 | 68,27 |
| 09/05/2011 | 11/07/2011 | 67 | 455,5 | 2 | 62,93 |

Tabla 29. Tabla resumen de la revisión de los juveniles plantados en 2011 en las pilas de incubación. Se indica la fecha de siembra y de revisión (no es el dato exacto puesto que es la media de los 6 ejemplares)

Se han observado solo 6 ejemplares vivos en la pila de incubación, de los cuales 2 se observaron aproximadamente a los 67 días después de su siembra y que habían crecido hasta las 450 micras de longitud, casi el doble del tamaño que al nacer. Otros 4 ejemplares vivos se observaron casi ya a los 180 días después de la siembra, alrededor del 27 de octubre de 2011. Estos individuos tenían un tamaño promedio de 844 micras, con un máximo de 919 micras. A partir de 200 días después de la siembra ya no se detectan ejemplares vivos, dando como resultado una supervivencia del 0%. La pila se mantiene funcionando hasta el 26 de marzo de 2012 cuando se para el sistema para reiniciarlo con los ejemplares del 2012

| Días después de la siembra | Muertos | Vivos | % supervivencia estimado |
|----------------------------|---------|-------|--------------------------|
| 0 | 0 | 100 | 100,0 |
| 40-100 | 20 | 6 | 23,1 |
| 100-150 | 59 | 9 | 13,2 |
| 150-200 | 76 | 4 | 5,0 |
| 200-250 | 59 | 0 | 0,0 |
| 250-300 | 59 | 0 | 0,0 |



Tabla 30. Tabla resumen de la supervivencia de los juveniles plantados en 2011 en las bandejas de la pila de incubación. Se indica el número de ejemplares vivos y muertos en las revisiones realizadas periódicamente.

Los resultados evidencian un fracaso del sistema de cría con bandejas en pila incubadora y con entrada de agua por debajo del sedimento. Las muestra revisadas estaban muy limpias de restos orgánicos y no había otros organismos vivos. La interpretación es que el sistema de entrada de agua por debajo lo que provoca es la limpieza del sedimento impidiendo a las náyades asentarse en él y alimentarse. Para 2012 el sistema de la pila de incubación se cambia utilizando agua corriente por encima del sedimento como un canal, mas parecido a lo que pasa en la naturaleza.

Estructura de tallas de los ejemplares de *U. mancus* muertos sembrados en pila de incubación en 2011

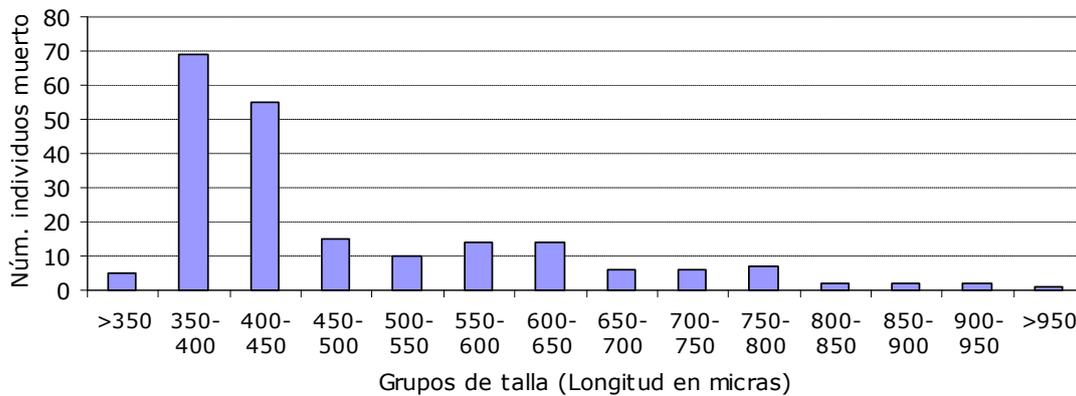


Figura 27. Estructura de tallas de los ejemplares muertos en la pila de incubación en 2011.

La mayor parte de los ejemplares mueren con un tamaño cercano entre los 350 y 450 micras, por lo que se supone que los ejemplares no sobreviven una vez agotan las reservas alimenticias con las que nacen. Algunos ejemplares han conseguido sobrevivir hasta los 900 micras pero con un crecimiento muy lento, por lo que se supone que las condiciones ambientales no han sido las mejores para su correcto desarrollo.

Diseño 2. Año 2012-13. (fotos 138 a 143)

Se ha utilizado la pila de incubación como si fuera un canal. Se han sacado las bandejas y se ha depositado el sedimento del lago en el fondo de la pila incubadora, luego se ha hecho circular agua igual que en el diseño 1, con un sistema cerrado y abierto, siempre con circulación de agua (foto 137). Se ha incorporado un fluorescente de luz para acuarios con longitud de onda especial para las algas, con una programación para simular la luz del día.

| Fecha | Días des de la siembra | Estimación ejemplares | % Supervivencia |
|------------|------------------------|-----------------------|-----------------|
| 01/05/2012 | 0 | 16322 | 100,0 |
| 20/06/2012 | 0-50 | 12792 | 78,4 |
| 28/09/2012 | 50-150 | 4661 | 36,4 |
| 17/11/2012 | 150-200 | 2060 | 16,1 |
| 06/01/2013 | 200-250 | 1788 | 14,0 |
| 20/20/2013 | 250-300 | 1557 | 12,2 |
| 05/06/2013 | 400 | 1000 | 6,1 |
| 08/10/2013 | 520 | 574 | 3,5 |

Tabla 31. Tabla resumen de la supervivencia de los juveniles plantados en 2012 en la pila de incubación. Se indica la estimación de ejemplares a partir de cálculos puntuales.

En esta pila de incubación se han sembrado entre mayo y junio de 2012 un total de 15.447 juveniles de *U. mancus* y 875 juveniles de *U. ravoisieri*. A los 300 días desde la siembra se obtuvo una supervivencia aproximada, mediante muestras aleatorias, del 12,2%, con un crecimiento medio a los 350 días (1 año desde la siembra) hasta los 4,5 mm y un máximo de 8 mm (muestra de 100 ejemplares). Los ejemplares se mantuvieron en la pila de incubación hasta mediados de octubre de 2013 cuando se revisó todo el sedimento y se finalizó el experimento (fotos 252 a 254). En la revisión final del sedimento se contaron 274 ejemplares vivos, aunque anteriormente se habían sacado 100 ejemplares a mediados de junio para ser sembrados en una jaula pequeña en el sedimento del lago, y 200 ejemplares para ser sembrados en unas cajas con sedimento en los nuevos canales construidos en 2013. Así pues se estima un total de unos 574 ejemplares vivos entre junio y octubre de 2013, lo que supone una supervivencia a los 520 días (1 año y medio) después de la siembra de un 3,6 %. Por lo que refiere a crecimientos a final del experimento, los 100 ejemplares medidos tenían una longitud media de 6,5 mm, con un máximo de 11,5 mm y un mínimo de 3,5 mm.

Mortalidad en nàiades sembradas en la Pila de incubació en 2012

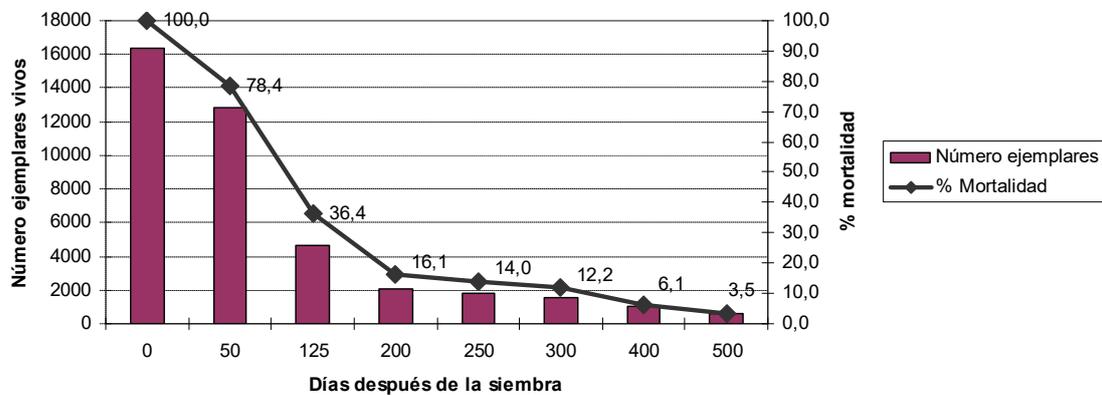


Figura 28. Estimación del número de ejemplares vivos de *Unio* sp. sembrados en la pila de incubación en relación a los días después de la siembra. Se ha considerado la fecha de 1/5/12 (fecha de nacimiento de los juveniles y siembra), como día 0 de la siembra. Hay que considerar que algunos ejemplares fueron sembrados hasta finales de junio y primeros de julio. Solo los ejemplares iniciales y finales son exactos, el resto han sido estimados a partir de muestreos puntuales (ver tabla 32).

| Fecha | Días siembra | Long media 2011 (micras) | Long media 2012-13 (micras) | Máx. 2012-13 | Mín. 2012-13 | N individuos |
|------------|--------------|--------------------------|-----------------------------|--------------|--------------|--------------|
| 01/05/2012 | 0 | | 250 | 250 | 250 | 10,00 |
| 05/06/2012 | 35 | | 652,90 | 769,00 | 540,00 | 28,00 |
| 20/06/2012 | 50 | 455,5 | 951,36 | 2020,00 | 550,00 | 14,00 |
| 09/08/2012 | 100 | | 1484,57 | 2377,00 | 941,00 | 28,00 |
| 28/09/2012 | 150 | | 2199,00 | 4355,00 | 910,00 | 13,00 |
| 17/11/2012 | 200 | 844,25 | 3121,15 | 4685,00 | 1495,00 | 66,00 |
| 06/01/2013 | 250 | | 3841,59 | 6480,00 | 1910,00 | 102,00 |
| 16/04/2013 | 350 | | 4568,63 | 8000,00 | 1500,00 | 100,00 |
| 05/06/2013 | 400 | | 5760,00 | 10000,00 | 2000,00 | 82,00 |
| 25/07/2013 | 450 | | 6317,00 | 11500,00 | 3000,00 | 200,00 |
| 08/10/2013 | 525 | | 6525,00 | 11500,00 | 3500,00 | 100,00 |

Tabla 32. Tabla resumen de la longitud media de los juveniles plantados en 2011 y 2012 en la pila de incubación. Se indica la estimación de la longitud promedio, el máximo y el mínimo de los ejemplares a partir de muestreos puntuales de un grupo reducido de individuos (N individuos). A nivel comparativo se indica también la longitud de los ejemplares de 2011.

El crecimiento de las náyades en la pila de incubación presenta una tendencia bastante regular, sin apreciar épocas de mayor crecimiento. Los ejemplares de 2011 analizados anteriormente tenían tamaños inferiores a los mínimos de 2012. Los datos de las tablas y figuras expuestos han sido calculados a partir de muestreos puntuales. Hay que considerar que no todos los ejemplares han sido sembrados o han nacido en la misma fecha, de modo que se mezclan individuos sembrados en mayo de 2012 con otros nacidos en julio de 2012. De este modo, coexisten juveniles de 900 micras de tamaño con dos meses de vida, con otros de 250 micras acabados de nacer.

Crecimiento de juveniles de *U. mancus* en pila de incubación

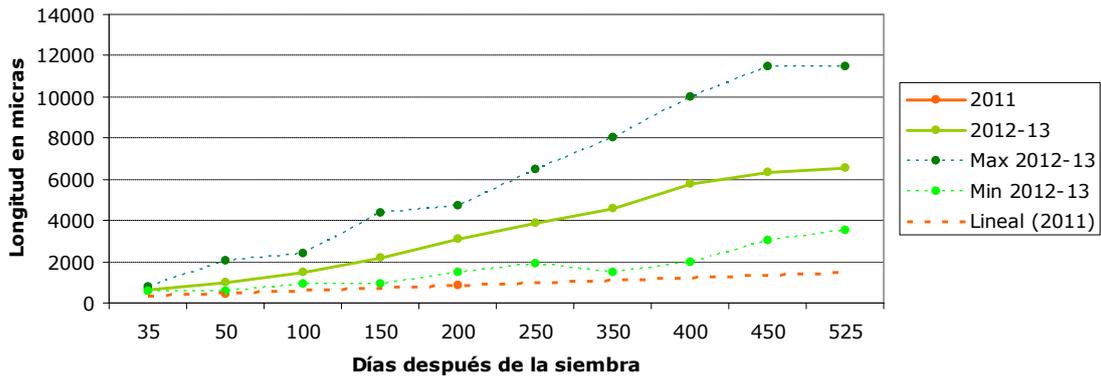


Figura 29. Crecimiento de los ejemplares vivos de *Unio* sp. sembrados en la pila de incubación en relación a los días después de la siembra. Se ha considerado la fecha de 1/5/12 (fecha de nacimiento de los juveniles y siembra), como día 0 de la siembra. Hay que considerar que algunos ejemplares fueron sembrados a finales de junio y primeros de julio. Se indica en color verde el promedio, y con líneas punteadas los máximos y mínimos. También aparecen los dos puntos con datos de crecimiento del año 2011 (a los 50 y los 200 días) con una línea de tendencia de color naranja punteado.

En la pila de incubación hay una mezcla de *U. mancus* y *U. ravoisieri*, por lo que no es posible saber si los que han sobrevivido son de una especie o de otra. En todo caso la abundancia de *U. mancus* era mucho mayor. Al finalizar el proyecto tenemos un estoc en cautividad de 574 ejemplares de 1,5 años de náyades nacidas en la pila de incubación, no liberadas en la naturaleza y con un tamaño medio de 6,5 mm. Este estoc de náyades está repartido al final del proyecto de la forma siguiente:

- 100 ejemplares en una jaula pequeña en el lago de Banyoles zona de Can Morgat. Sembradas el junio de 2013, no revisadas.
- 200 ejemplares en dos cajas con sedimento en el nuevo canal de hormigón del exterior del laboratorio de cría. Sembradas el junio de 2013, no revisadas.
- 274 ejemplares en una Jaula (jaula 5 de malla pequeña) en el lago de Banyoles zona de Can Morgat. Sembradas el octubre de 2013, no revisadas.

3.6.4. Siembra en piscinas

En las instalaciones del proyecto se han construido 8 piscinas de hormigón de 1,5 x 1,2 metros y 1,2 de alto (capacidad máxima: 2160 litros, de uso 1600 l.).

Año 2011

En 2011 las piscinas se han llenado de una capa de 10 cm. de gravas y unos 10 cm encima de sedimento del mismo lago (procedente del dragado de la balsa de la Draga - Acción A6). En medio del sedimento se han dejado unos bloques de hormigón de 20 cm de alto que permiten entrar dentro de la piscina y pisar el interior sin dañar ninguna náyade. Los juveniles se han sembrado liberando peces infectados con gloquidios en el mes de mayo, y a partir de los restos del sifonado



de las baterías de acuarios del laboratorio de náyades. Los juveniles sifonados en el interior del laboratorio eran revisados, contados y separados en una placa de petri bajo la lupa. El resto de la placa de petri, lo que incluye desechos, restos de arena o heces de los peces, y algún juvenil no visualizado, se limpiaba directamente dentro de las piscinas para asegurar no perder nada. Esto era especialmente importante en algunas muestras muy sucias con dificultad para separar todos los juveniles recogidos.

A partir del numero de peces y una estimación de su carga de gloquidios, se ha calculado que se han sembrado un mínimo de unos 3.000 juveniles de *U. mancus* en la piscina 1 y 1800 *ravoisieri* en la piscina 2, aunque pueden ser muchos mas.

Año 2012

La revisión de las piscinas sembradas en 2011 no se ha realizado hasta el año siguiente el 2012. Se ha realizado mediante la toma de muestras de sedimento con un salabre de 10 o 20 cm de forma cuadrada y de malla muy fina, con una periodicidad irregular. El muestreo de octubre de 2012 se realizó usando un rastrillo equipado con una malla mayor. Hay que destacar el enorme crecimiento de caráceas en el interior de las piscinas debido al banco de semillas existente en el sedimento incorporado. Se han sacado periódicamente las algas, con sumo cuidado pues se ha comprobado la presencia de juveniles adheridos a los tallos de las caráceas. Es probable que una parte de juveniles se pueda haber perdido con la extracción de las algas. Incluso en una ocasión parte del material algal extraído fue depositado una vez revisado, en el fondo del lago de Banyoles por si quedaban algunos juveniles. Esto se realizó en la zona de Can Morgat.

En 2012 se siembran entre mayo y julio 9.380 juveniles de *U. mancus* en la piscina 1, que se añadían a los de 2011, 5.005 juveniles de *ravoisieri* en la piscina 2, también mezclados con los de 2011, y se ocupaba una nueva piscina 3 con una mezcla de 16.658 *mancus* y 2.412 *ravoisieri*. En total 26.038 *mancus* y 2.412 *ravoisieri*.

El 8 de mayo de 2012 se capturaron 100 ejemplares de más de 1 cm de longitud y 1 año de edad de *U. mancus* de la piscina 1 (*mancus*) y se sembraron en una caja-bandeja con sedimento en el fondo del lago de Banyoles en la zona de los Amaradors (foto 157 y 158).

En diciembre de 2012 se realizó el vaciado total de la piscina 1, y en febrero de 2013 se vació la piscina 2. A partir de aquí los juveniles se repartieron en diferentes sistemas de siembra que se analizaran mas adelante.

En 2012 se observaron mortalidades importantes de *U. mancus* de tamaño superior a 1 cm sin causa aparente en la piscina 1. Lo que había sucedido es que el sedimento se había cubierto de una capa importante de restos orgánicos, restos de crecimientos algales, biofilm, la propia sedimentación de dentro de la piscina... (foto 319). Se supone que esto causó un aumento de la materia orgánica del fondo del sedimento y provocó la mortandad (foto 277). Por todo ello se decidió renovar el sedimento de forma periódica, cada 2 años, y realizar succiones de las capas de algas superiores con una manguera por simple diferencia de altura entre las piscina y el exterior. También se dispuso de un sistema de sombreado, cambiando la tela sombreadora por unas tapas de madera que dejan las piscinas en total oscuridad.

Año 2013

En febrero se confirma que no quede ningún resto de náyades de 2011 o 2012 en las piscinas 1 y 2 que habían sido completamente revisadas a través de la succión con manguera de la capa superficial de sedimento. Una vez comprobado, se remueve parcialmente, se deja secar el sedimento hasta quedar sin agua y se airea durante bastantes días. Se mantienen más o menos unos 10 cm de sedimento mezclado con gravas, sobre el cual se depositan unos 5 cm de nuevo sedimento. La piscina 3 se mantiene igual con la carga de 2012, con un limpiado superficial de las



algas. Entre mayo y julio se siembran 36.140 *manacus* en piscina 1 y 4.318 *ravoisieri* en piscina 2.

En octubre de 2013 se revisa completamente la piscina 3 por succión del sedimento con manguera y tamizado del sedimento y se vacía. Los ejemplares obtenidos se distribuyen en diferentes sistemas de siembra.

Generación año 2011 *manacus* de piscina 1

La generación de *U. manacus* del 2011 ha sido la primera con verdadero éxito del proyecto, puesto que a partir de una siembra mínima de unos 3000 individuos, se han obtenido al final del proceso 493 ejemplares de 2,5 años y de entre 2 y 3 cm de longitud.

Los datos de supervivencia de la tabla 34 muestran una elevadísima tasa de supervivencia de los juveniles sembrados de *U. manacus* (77% a los 350 días). Aunque esta cifra es una estimación, los datos muestran que en mayo de 2012 había una cantidad ingente de juveniles de cerca de 1 cm de longitud en la piscina 1. Esta elevada supervivencia del primer año se puede deber a una infraestimación del número de juveniles sembrados, así que lo más probable es que en realidad el número de juveniles sembrado fuese mayor. Las razones que nos llevan a esta hipótesis es que estas cifras de supervivencia no se han obtenido en ningún otro experimento, solo se han producido en la siembra de 2011. Además, el sistema de siembra fue a partir de peces infectados, y el cálculo de la carga por cada pez un promedio de gloquidios/pez. Es probable que estos peces estuvieran sobreinfectados, con más de 200 o 300 gloquidios por pez. Por último, se iban limpiando en la misma piscina aquellas muestras de dentro del laboratorio que se iban revisando, a veces muestras muy sucias a las que no se podía sacar con la pipeta los juveniles, y estos acabaron en la piscina 1 sin ser exactamente contabilizados. Otra hipótesis sería que el sedimento preparado este primer año fue mejor que los sedimentos de otros años. El sedimento se preparó pocos días antes de las primeras siembras, por lo que no estaba muy maduro, y posteriormente sufrió crecimientos de caráceas muy grades que impidieron la formación de algas filamentosas como las que aparecieron en 2012.

El sistema de trabajo del laboratorio ha permitido seguir al detalle los movimientos de los juveniles de *manacus* sembrados en piscina 1 en 2011 a lo largo del proyecto, por lo que se conoce en cada momento la fases del sistema de producción por el que ha pasado, permitiendo una trazabilidad del producto final.

A partir de los ejemplares sembrados en piscina 1, se escogieron 100 *manacus* de mas de 1 cm de longitud en mayo de 2012 para ser sembrados en el lago de Banyoles en una bandeja con sedimento (foto 157, 158). La bandeja no iba protegida con ninguna red. La caja depositada en el fondo del lago en la zona de los Amaradors se revisó el 23 de octubre de 2012. El resultado fue de ninguna náyade viva, y restos de conchas rotas en la caja (foto 166 a 168). De esto se decidió que se probaría la siembra de juveniles en jaulas en diciembre de 2012 o principio de 2013. No obstante, se encontró un individuo de 2,8 cm a escasos metros de la caja (foto 164, 165), habiendo crecido de 1 a 2,8 cm en unos 6 meses. Hemos podido comprobar que este crecimiento de 3 mm por mes puede ser el normal para esta especie en estado natural y condiciones óptimas a esta edad, por lo que probablemente algunos juveniles salieron de la caja con sedimento donde se encontraban. Observaciones en el laboratorio y la experiencia vista en la piscina 4 con cajas con sedimento han confirmado la capacidad de los juveniles de *manacus* de subir por la pared de un acuario o de subir la pared de una caja para saltar al suelo de la piscina o del sedimento del lago (foto 93).

En mayo y octubre de 2012 se realiza una revisión de la piscina 1 (foto 278, 279). A partir de muestreos de cuadrados de área conocida se realiza un cálculo aproximado de entre 1.152 y 1.863 náyades vivas, y entre 3.888 y 4.608 muertas en toda la piscina. Como se puede observar estamos hablando de un máximo de



6.000 ejemplares. Hay que explicar aquí que en 2012 se sembraron también 9000 juveniles más de 0+ edad en la misma piscina 1. En octubre convivían pues los 3000 estimados de 2011 y estos 9000 de 2012. La revisión de octubre de 2012 muestra que casi no hay supervivencia de los de 2012 puesto que no se detectan juveniles de tamaño pequeño. Se detecta ya una mortalidad importante de los sembrados en 2012, y de ejemplares con tamaños grandes de 2011. La náyades vivas miden entre 9,5 y 14 mm. Esto implica que si en mayo median ya casi 10 mm los ejemplares en 2012, no habían tenido un buen crecimiento en las piscinas, indicando que algo negativo había sucedido en la piscina 1 en 2012. La confirmación de esta tendencia se comprobó en la revisión total de la piscina en diciembre de 2012. Esta revisión se realizó primero a través de muestras con un salabre de malla fina de la superficie del sedimento de la piscina, y posteriormente con una manguera succionando el fondo y pasando el sedimento por un sistema de tamices de diferente luz de malla hasta un mínimo de 1mm para no perder ningún ejemplar vivo (foto 262 a 269). Con este sistema se consiguen recuperar 643 juveniles de náyade. Solo 39 de estos juveniles median menos de 10 mm (edad máxima el primer invierno de 2011), por lo que se podrían considerar de la generación sembrada en 2012 de menos de 1 año de edad. Aún así se han incorporado todos como si fueran de 2011 por la dificultad de separar las generaciones. Se recuperaron centenares de ejemplares de juveniles muertos con tamaños comprendidos entre los 8 y los 18 mm de longitud, confirmando una gran mortalidad de juveniles en 2012 (foto 277). Con la experiencia y observando el funcionamiento de la piscina se realizaron estas observaciones con sus correspondientes conclusiones para aplicar el 2013:

- El comportamiento del sedimento en 2012 en el segundo año fue muy diferente del de 2011. Aparecieron formaciones de algas importantes cubriendo la superficie del sedimento (foto 319 y 241). Es probable que al realizar la renovación del agua de forma superficial, haya una acumulación de materia orgánica en el sedimento, y esto haya podido provocar algún caso de asfixia por cubrimiento de las algas o por la generación de fenómenos de anoxia por la actividad de estas mismas algas o del mismo sedimento (generación de metano, ácido sulfhídrico,...). En el lago por su gran cantidad de sulfatos se producen fenómenos de producción de sulfhídrico por la actividad metabólica de bacterias del ciclo del azufre que degradan la materia orgánica.
- En 2011 se observaron grandes crecimientos algales de caráceas que se fueron eliminando progresivamente hasta limpiar el sedimento. El agotamiento del banco de semillas y la aplicación de mayor sombra a las piscinas evitó estos crecimientos de caráceas en 2012, pero por el contrario aparecieron otras formaciones algales al parecer más perjudiciales. No se ha demostrado que las caráceas fueran negativas para las náyades aunque también cubren el sedimento y podrían generar anoxias (foto 154 a 156).
- Aparecieron en las piscinas algún ejemplar de pez fraile proveniente del mismo lago a través de la bomba de alimentación (no tiene filtro para peces). En el proyecto se ha comprobado la presencia de conchas de náyade juveniles en el estomago de un pez fraile. Concretamente se capturó un pez fraile de 6 cm de longitud y una perca americana de la piscina 2 y 3?? el 11/10/2012. La revisión del estomago del black bass no detectó conchas pero si la del pez fraile donde había una concha de náyade de 3,73 mm de longitud (foto 249 a 251).
- A partir de estas observaciones se decidió renovar los sedimentos cada dos años, con una limpieza parcial de la superficie del sedimento de las piscinas en invierno del primer año si hace falta. También se cubrió completamente las piscinas para generar oscuridad, para evitar los crecimientos algales (foto 56). Se colocaron trampas periódicas para capturar los peces fraile que pudieran haber entrado.



| Año /mes | 2011 | 2012 | | | | | 2013 | | | | | | | | | | | | T |
|------------------------------|------|------|-----|-------|-----|---|------|-----|-----|-----|---|---|---|-----|-----|----|----|-----|---|
| Lugar de siembra inicial | 6-12 | 1-4 | 5 | 6 -12 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | T | |
| Piscina 1(LAB) | | | | | 0 | | | | | | | | | | | | | | |
| Caja Amaradors (L) | | | 100 | | 0 | | | | | | | | | | | | | | |
| Jaula pequeña (L) | | | | | 150 | | | | | | | | | 124 | | | | | |
| UMA2 Acequia Figuera | | | | | | | | | | | | | | | 121 | | | 121 | |
| Piscina 8 Caja A-B | | | | | 493 | | | 384 | 0 | | | | | | | | | | |
| Tubo 2_3 UMA | | | | | | | | | 100 | | | | | | 50 | | | 50 | |
| Jaula 3 malla grande (L) | | | | | | | | | | | | | | | 50 | | | 50 | |
| Canal 1-2 Caja A+B | | | | | | | | | 257 | 41 | | | | | 0 | | | | |
| UMA 3 Arroyo Morgat | | | | | | | | | | | | | | | 79 | | | 79 | |
| Jaula Grande (L) | | | | | | | | 100 | | 251 | | | | | 234 | | | | |
| UMA1 Banys Vells (L) | | | | | | | | | | | | | | | 79 | | | 79 | |
| Jaula 4 Malla pequeña (L) | | | | | | | | | | | | | | | 114 | | | 114 | |
| Total 2013 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 493 | |

Tabla 33. Tabla resumen del movimiento de los juveniles de *U. manicus* sembrados en 2011 en la piscina 1. Las celdas en color verde indican presencia de juveniles en el lugar durante el mes indicado. Las celdas grises indican que no hay juveniles sembrados, y las negras que los juveniles que había en el lugar se han cambiado de sitio. Las celdas con números hacen referencia al número de individuos que se han movido, y pueden corresponder a una fracción proveniente de otro sistema de cría, o pueden provenir de la revisión y finalización de otro sistema. La última columna resume el total de individuos vivos que se han obtenido a final de 2013. La (L) indica que el lugar de siembra está en el lago de Banyoles.

| Días después siembra | Total juveniles | % Superviv. | Juveniles Piscina 1 | Jaula Pequeña de tierra (L) | Jaula Pequeña flotante (L) | Caja Piscina 8 | Jaula grande (L) | Tubo | Canal | Caja Lago (L) |
|----------------------|-----------------|-------------|---------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------|------------------|------|-------|---------------|
| 0 | 3000 | 100 | 3000 | | | | | | | |
| 350 | 2300 | 77 | 2300 | | | | | | | 100 |
| 500 | 850 | 28 | 850 | | | | | | | 1 |
| 575 | 644 | 21 | 493 | 90 | 60 | | | | | 1 |
| 617 | 627 | 21 | | 79 | 54 | 493 | | | | 1 |
| 670 | 619 | 21 | | 79 | 50 | 490 | | | | 1 |
| 700 | 613 | 20 | | 79 | 50 | 384 | 100 | | | 1 |
| 715 | 602 | 20 | | 79 | 50 | 273 | 100 | 100 | | 1 |
| 730 | 586 | 20 | | 79 | 50 | 0 | 100 | 100 | 257 | 1 |
| 750 | 520 | 17 | | 78 | 50 | | 100 | 100 | 192 | 1 |
| 800 | 516 | 17 | | 78 | 46 | | 251 | 100 | 41 | 1 |
| 870 | 498 | 17 | | 78 | 45 | | 234 | 100 | 41 | 1 |

Tabla 34. Tabla resumen del movimiento de los juveniles de *U. manicus* sembrados inicialmente en 2011 en la piscina 1 y que a lo largo del proyecto se han ido cambiando de lugar. La columna del total de juveniles y del % de supervivencia es una mezcla de datos reales (especialmente al inicio o final de cada lugar de siembra) y de una estimación en función de muestreos puntuales parciales. Se indican los diferentes sistemas o lugares de siembra, empezando por la piscina 1, unas jaulas depositadas en el fondo del lago, una caja con sedimento colocada en la piscina 8, otra jaula grande situada en el lago y el tubo y el canal nuevos construidos en 2013.

Los 643 ejemplares obtenidos de la piscina 1 se sembraron en diferentes sistemas (21 % de supervivencia a los 575 días, tabla 34). Se destinaron 150 a un experimento con jaulas en el lago y 493 repartidas en dos cajas (A y B) con sedimento en la piscina 8. En abril de 2013 se sacan 100 ejemplares de estas cajas para sembrarlas en una jaula grande depositada en el fondo del lago en la zona de Can Morgat, y en mayo se revisan completamente para mover las dos cajas con



257 juveniles des de la Piscina 8 al nuevo canal de hormigón construido en 2013. Se separan nuevamente 100 ejemplares para ser colocados en el canal de tubo nuevo de 2013 también. Viendo en buen funcionamiento de la jaula del lago, en junio se sacan 151 juveniles de las cajas en el canal para ser añadidas a la Jaula grande del lago (tabla 33). En septiembre y octubre de 2013 se revisa todo para seleccionar 279 ejemplares para ser soltados ya de forma definitiva con marca en el lago, y se mantienen a modo de seguridad o estoc de reserva 50 ejemplares en el tubo del laboratorio, 50 ejemplares en una jaula de malla grande en la zona de Can Morgat, y los 114 ejemplares más pequeños, de tallas inferiores a los 2cm, que han crecido menos, en otra jaula con malla pequeña en el mismo sedimento del lago. A modo de resumen, de los 150 sembrados en jaulas para hacer un experimento comparativo sobrevivieron 124, en la jaula grande con 251, unos 234, y en el tubo canal sobrevivieron todos. Las jaulas y el tubo parecen ser buenos sistemas de engorde por el momento.

Evolución del número total de juveniles de *U. mancus* sembrados en 2011 inicialmente en Piscina 1 y posteriormente sembrados en otros substratos de engorde

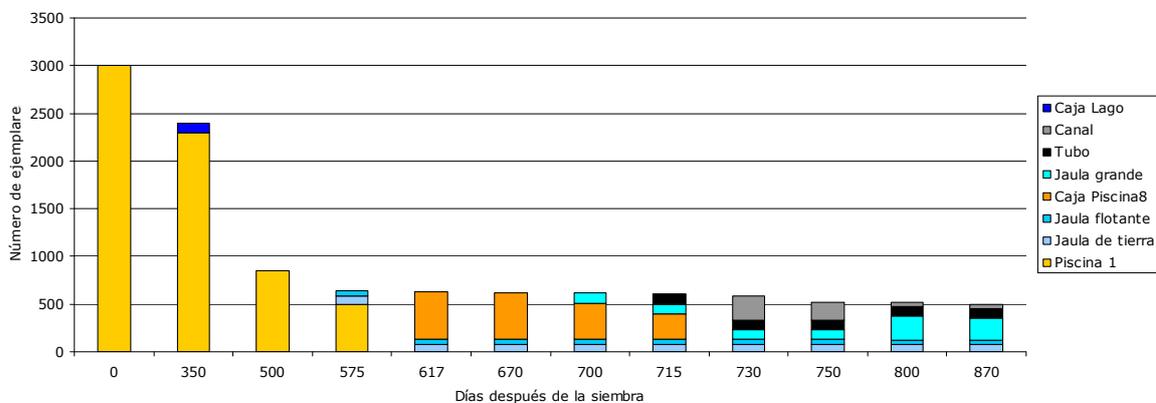


Figura 29. Evolución del numero total de juveniles de *U. mancus* sembrados inicialmente en 2011 en la piscina 1 y posteriormente sembrados en otros sistemas de engorde. Los días después de la siembra tienen como referencia de día 0 la fecha del 30/5/2011. Gráfico relacionado con la tabla numero 34.

Supervivencia de *U. mancus* en sedimento de piscina 1 sembrados en 2011 y los sembrados en 2012

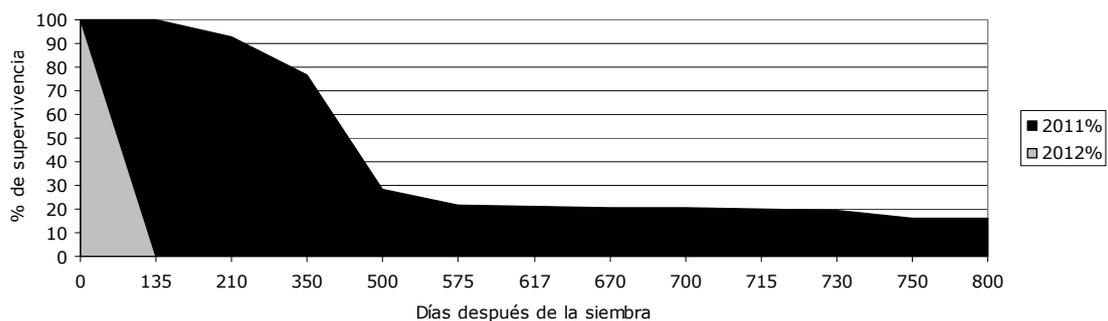


Figura 30. Evolución de la supervivencia de los juveniles de *U. mancus* sembrados inicialmente en 2011 en la piscina 1 y posteriormente sembrados en otros sistemas de engorde. Los días después de la siembra tienen como referencia de día 0 la fecha del 30/5/2011. Gráfico relacionado con la tabla numero 34. También aparece en la grafica la supervivencia de los juveniles de *mancus* sembrados en 2012 en la misma piscina mezclados.

Por lo que se refiere a crecimiento, ya se ha comentado que parece claro que en 2012 los ejemplares de la piscina 1 crecieron menos que en 2013. El primer año crecieron hasta los 9,7 mm de longitud media, pero el segundo solo hasta los 12,4 mm (datos de los muestreos). A partir de la medición del anillo de crecimiento del primer año en ejemplares de segundo año, se obtienen resultados muy parecidos a los anteriores con una media de 8.6 mm para el primer invierno y unos 12,6 para el



segundo (figura 32). Comparado con el crecimiento observado en condiciones naturales en las acequias, este es más reducido y además, menor en 2012 cuando parece tener un crecimiento muy lento (figura 31).

| Días des de la siembra | Promedio Longitud (mm) | Núm. ejemplares muestra | Long. Máx. | Long. Mín. | Desv. Est. |
|------------------------|------------------------|-------------------------|------------|------------|------------|
| 340 | 7,39 | 14 | 11 | 2 | 3,359 |
| 350 | 9,68 | 220 | 13 | 4 | 1,535 |
| 500 | 12,38 | 50 | 14 | 9,5 | 1,252 |
| 550 | 12,34 | 452 | 16 | 7 | 1,336 |
| 600 | 12,27 | 191 | 17 | 4,5 | 1,551 |

Tabla 35. Tabla resumen del crecimiento de los juveniles de *U. mancus* sembrados el 2011 en la piscina 1 a lo largo del proyecto. El día de siembra se considera el día 0 y se toma como referencia la fecha del 30/5/11. Se indica el crecimiento en base a la longitud media en mm de un número de ejemplares determinado (submuestra), también la longitud máxima, mínima y la desviación estándar.

Crecimiento de *U. mancus* en Piscina 1 exterior con sedimento

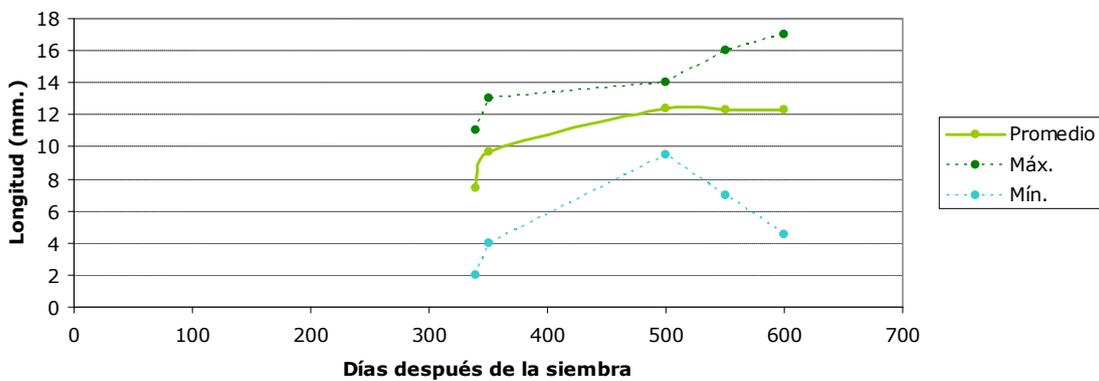
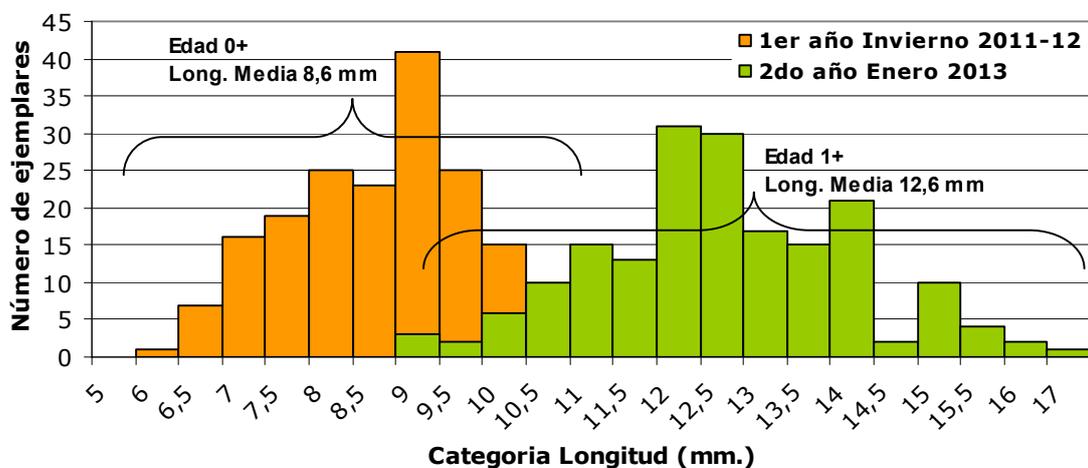


Figura 31. Evolución del crecimiento de los juveniles de *U. mancus* sembrados en 2011 en la piscina 1,

Comparativa de crecimiento del 1er y 2do invierno de los mismos juveniles (n= 182) de *U. mancus* en piscina 1



datos de la tabla 35.

Figura 32. Estructura de tallas de los juveniles de *U. mancus* sembrados en 2011 en la piscina 1 realizada a partir del muestreo de enero de 2013. Los datos de edad 0+ se obtienen a partir de la medida de la línea de crecimiento del primer año que queda marcada en la concha de las náyades y que



indica el paro de crecimiento invernal (corresponde al invierno de 2011-12 cuando los ejemplares tienen 7 meses de edad). El muestreo de enero de 2013 tiene 19 meses de edad 1+. El segundo año han crecido menos que el primero.

| Días des de la siembra | Piscina 1 | Caja A+B Piscina 8 | Jaula 1 Lago | Jaulas flotantes Lago | Jaulas suelo Lago | Tubo_2_3 | Canal |
|------------------------|-----------|--------------------|--------------|-----------------------|-------------------|----------|---------|
| 340 | 7392,9 | | | | | | |
| 350 | 9677,3 | | | | | | |
| 560 | 12336,3 | | | 12491,7 | 13683,3 | | |
| 600 | 12269,6 | | | | | | |
| 690 | | 13635,0 | | 13553,0 | 15047,4 | | |
| 740 | | 13090,0 | 16781,0 | 15716,6 | 18491,6 | 13090,0 | 14509,0 |
| 800 | | | 17828,5 | 18527,4 | 23499,2 | 18150,0 | |
| 870 | | | 18070,5 | 20257,8 | 24706,5 | 20796,0 | 21424,4 |

Tabla 36. Tabla resumen del crecimiento de los juveniles de *U. mancus* sembrados el 2011, longitud media en mm, en la piscina 1 a lo largo del proyecto y en los diferentes lugares de siembra posterior donde se movieron. El día de siembra se considera el día 0 y se toma como referencia la fecha del 30/5/11. Se indica el crecimiento en base a la longitud media en micras de un número de ejemplares determinado (submuestra). Coincide con los números de juveniles de cada lugar de siembra de la tabla 34.

En las jaulas utilizadas en el experimento, tanto de suelo como flotantes, se ha observado un gran crecimiento, mayor en las jaulas de suelo que las flotantes (ver apartado 3.6.8 siembra en jaula en el lago). También en la Jaula del lago 1 (tabla 36) ha habido crecimiento, aunque se ha observado un estancamiento justo en los últimos meses coincidiendo con el taponamiento de la malla de las jaulas por algas, que puede haber creado unas condiciones menos favorables para los juveniles (foto 331 a 335, 343). Se hace necesario revisar y limpiar la malla de las jaulas cada dos meses como mínimo para evitar esta situación. Esto ha provocado que al final, ejemplares más pequeños que estaban en el tubo o en el canal de hormigón hayan crecido incluso más que los que estaban en jaulas en el lago (figura 33).

Crecimiento de los *Unio mancus* sembrados en Piscina 1 en 2011 luego sembrados en canal y en el lago

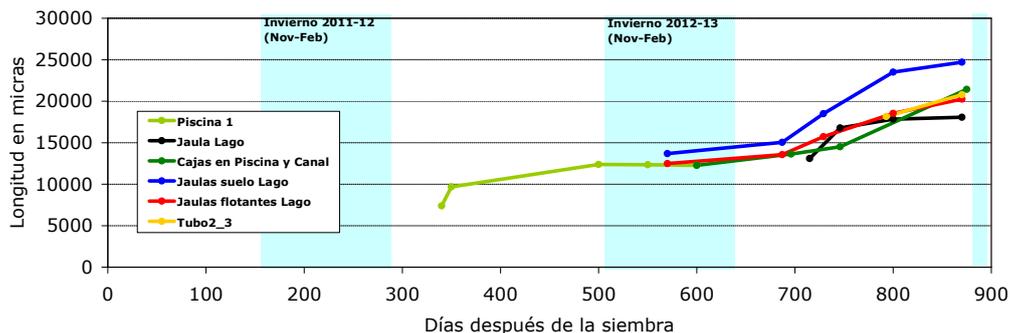


Figura 33. Crecimiento de los juveniles de *U. mancus* sembrados en 2011 en la piscina 1. En el gráfico se puede ver la longitud media en micras de los juveniles desde su paso por la piscina 1 hasta los diferentes crecimientos obtenidos a partir de la repartición de los ejemplares en otros lugares de siembra, hasta la finalización del proyecto. Se indican los lugares de siembra según la tabla 36.

Generación año 2011 *ravoisieri* de piscina 2

La generación de *U. ravoisieri* del 2011 ha sido la primera con verdadero éxito del proyecto, puesto que a partir de una siembra mínima de unos 1.800 individuos, se



han obtenido al final del proceso 284 (18 % supervivencia a los 800 días desde la siembra) ejemplares de 2,5 años y de casi 3 cm de longitud.

Los datos de supervivencia de la tabla 38 muestran una elevadísima tasa de supervivencia de los juveniles sembrados en *U. ravoisieri* (33% a los 345 días).

Aunque esta cifra es una estimación, los datos muestran que en mayo de 2012 había una cantidad ingente de juveniles de cerca de 1 cm de longitud en la piscina 2. Esta elevada supervivencia del primer año se puede deber a una infraestimación del número de juveniles sembrados,. Como ocurrió en las experiencias con *Unio mancus*, lo mas probable es que el número de juveniles sembrado fuese mayor, ya que estas cifras de supervivencia no se han obtenido en ningún otro experimento. En segundo lugar, el sistema de siembra fue a partir de peces infectados, y el cálculo de la carga por cada pez un promedio de gloquidios/pez. Es probable que estos peces estuvieran sobreinfectados, con más de 200 o 300 gloquidios por pez. Además se iban limpiando en la misma piscina aquellas muestras de dentro del laboratorio que se iban revisando, a veces muestras muy sucias a las que no se podía sacar con la pipeta los juveniles, y estos acabaron en la piscina 2 sin ser contabilizados.

El sistema de trabajo del laboratorio ha permitido seguir al detalle los movimientos de los juveniles de *ravoisieri* sembrados en piscina 2 el 2011 a lo largo del proyecto, por lo que se conoce en cada momento la fases del sistema de producción por el que ha pasado, permitiendo una trazabilidad del resultado final.

Hasta febrero de 2013 no se hace una prospección definitiva de la piscina 2. Algunos muestreos puntuales de octubre de 2012 estimaban entre 600 y 800 ejemplares vivos, lo que incluye ejemplares de 2011 y 2012 sembrados en la misma piscina. En febrero, tras la revisión total de la piscina se detectan 337 ejemplares de 1,5 años y 35 de menos de 1 año, total 372. También se encuentran 90 muertos, y algunos de tamaño grande, pero en ningún caso existe en esta piscina una cantidad tan grande de ejemplares grandes muertos como en los *mancus* de la piscina 1.

A partir de los ejemplares obtenidos en piscina 2, los 337 *ravoisieri* de edad 1+ se siembran en dos cajas con sedimento en la piscina 4 (foto 255). En abril se seleccionan 100 ejemplares de estos para sembrarlos en una jaula con sedimento en el lago en la zona de Can Morgat, y en mayo 100 más para dejar en el canal de tubo. Quedan unos 43 juveniles recogidas del fondo de la piscina 4 donde habían caído al saltar de las cajas donde estaban depositados y que se recuperan en octubre de 2013.

| Año /mes | 2011 | 2012 | 2013 | | | | | | | | | | | | T | |
|----------------------------------|--------|--------|------|-----|---|-----|-----|-----|---|---|---|----|----|----|-----|------------|
| Lugar de siembra | 06-dic | 01-dic | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | |
| Piscina 2 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Piscina 4 Caja D y F | | | | 337 | | 232 | 132 | 89 | | | | | | | 83 | |
| Lago Jaula Grande | | | | | | 100 | | 143 | | | | | | | 141 | |
| Lago URA 1 | | | | | | | | | | | | | | | 83 | 83 |
| Lago URA 2 | | | | | | | | | | | | | | | 67 | 67 |
| Lago URA 3 | | | | | | | | | | | | | | | 74 | 74 |
| Tubo 1_3 URA | | | | | | | 100 | | | | | | | | 50 | 50 |
| Lago Jaula 3 malla grande | | | | | | | | | | | | | | | 50 | 50 |
| Total 2013 | | | | | | | | | | | | | | | | 324 |

Tabla 37. Tabla resumen del movimiento de los juveniles de *U. ravoisieri* sembrados en 2011 en la piscina 2. Las celdas en color verde indican presencia de juveniles en el lugar durante el mes indicado.



Las celdas grises indican que no hay juveniles sembrados, y las negras que los juveniles que había en el lugar se han cambiado de sitio. Las celdas con números hacen referencia al número de individuos que se han movido, y pueden corresponder a una fracción proveniente de otro sistema de cría, o pueden provenir de la revisión y finalización de otro sistema. La última columna resume el total de individuos vivos que se han obtenido a final de 2013.

| Fecha siembra | Días después siembra | Total juveniles | % Superviv. | Juveniles Piscina 2 | Caja Piscina 4 | Jaula Grande Lago (L) | Tubo 1_3 |
|---------------|----------------------|-----------------|-------------|---------------------|----------------|-----------------------|----------|
| 30/05/2011 | 0 | 1800 | 100 | 1800 | | | |
| 09/05/2012 | 345 | 600 | 33 | 600 | | | |
| 30/10/2012 | 519 | 427 | 24 | 427 | | | |
| 06/02/2013 | 618 | 337 | 19 | 337 | | | |
| 26/04/2013 | 697 | 332 | 19 | | 232 | 100 | |
| 13/05/2013 | 714 | 332 | 19 | | 132 | 100 | 100 |
| 14/06/2013 | 746 | 284 | 18 | | 43 | 141 | 100 |
| 30/06/2013 | 775 | 284 | 18 | | 43 | 143 | 100 |

Tabla 38. Tabla resumen del movimiento de los juveniles de *U. ravoisieri* sembrados inicialmente en 2011 en la piscina 2 y que a lo largo del proyecto se han ido cambiando de lugar. La columna del total de juveniles y del % de supervivencia es una mezcla de datos reales (especialmente al inicio o final de cada lugar de siembra) y de una estimación en función de muestreos puntuales parciales. Se indican los diferentes sistemas o lugares de siembra, empezando por la piscina 2, unas cajas con sedimento colocada en la piscina 4, una jaula grande situada en el lago y el tubo nuevo construidos en 2013.

El sedimento de la piscina 2 sufrió crecimientos algales similares a la piscina 1, pero de menor intensidad. Aún así hay una incidencia negativa también del sedimento y de las condiciones del año 2012 respecto a las de 2011, como se observa por el menor crecimiento este segundo año. A nivel general el crecimiento de *ravoisieri* es claramente mayor que el de *mancus*. Se aplicaran los mismos criterios para el sedimento que los determinados a partir de los resultados de la piscina 1.

Supervivencia de *U. ravoisieri* sembrados en sedimento de piscina 2 en 2011

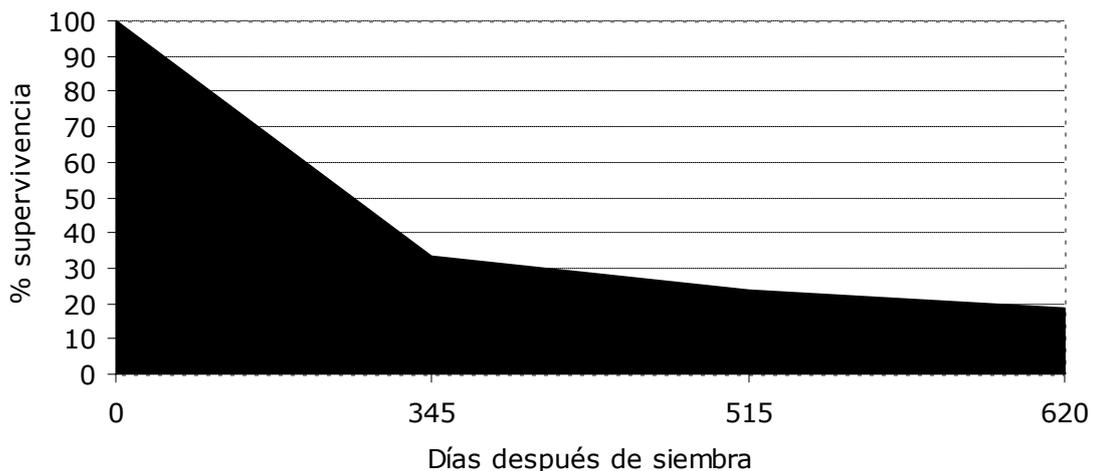


Figura 34. Evolución de la supervivencia de los juveniles de *U. ravoisieri* sembrados inicialmente en 2011 en la piscina 2 y posteriormente sembrados en otros sistemas de engorde. Los días después de la siembra tienen como referencia de día 0 la fecha del 30/5/2011. Gráfico relacionado con la tabla numero 38.

Por lo que refiere a crecimiento ya se ha comentado que parece claro que en 2012 los ejemplares de la piscina 2 crecieron menos que en 2013. El primer año crecieron hasta los 8,5 mm de longitud media, pero el segundo solo hasta los 21,3 mm (datos de los muestreos). No se tienen datos de crecimientos naturales de esta especie en el lago para poder compararlos (figura 39). Si se tienen datos del crecimiento en jaulas. Una vez los ejemplares se han depositado en otros sistemas de siembra estos vuelven a crecer con fuerza.

Evolución del número total de juveniles de *U. ravoisieri* sembrados en 2011 inicialmente en Piscina 2 y posteriormente sembrados en otros substratos de engorde

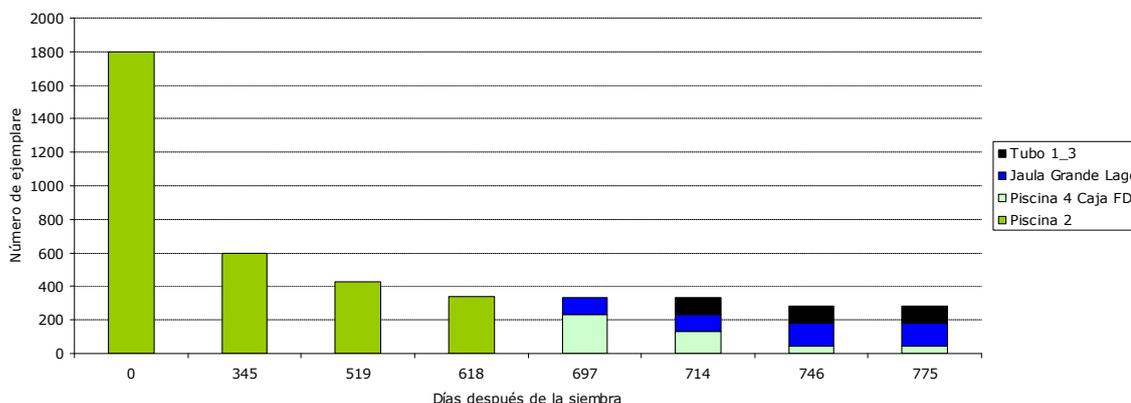


Figura 35. Evolución del número total de juveniles de *U. ravoisieri* sembrados inicialmente en 2011 en la piscina 2 y posteriormente sembrados en otros sistemas de engorde. Los días después de la siembra tienen como referencia de día 0 la fecha del 30/5/2011. Gráfico relacionado con la tabla número 38.

En la Jaula del lago 2 (tabla 40) ha habido un crecimiento inicial de 20 a 25 mm, aunque se ha detectado un estancamiento importante justo en los últimos meses coincidiendo con el taponamiento de la malla de las jaulas por algas, que puede haber creado unas condiciones menos favorables para los juveniles (foto 343). Se hace necesario revisar y limpiar la malla de las jaulas cada dos meses como mínimo para evitar esta situación. Esto ha provocado que al final, ejemplares más pequeños que estaban en el tubo o en la piscina 4 en cajas, hayan crecido hasta un tamaño similar a los que estaban en jaulas en el lago (ver figura 40).

| Fecha siembra agrupada | Longitud promedio (mm) | | N juveniles muestra | | Máx. | | Mín. | | Desv Est | |
|------------------------|------------------------|------|---------------------|------|------|------|------|------|----------|------|
| | 2011 | 2012 | 2011 | 2012 | 2011 | 2012 | 2011 | 2012 | 2011 | 2012 |
| 150 | | 7,58 | | | | 13,5 | | 4,5 | | 3,20 |
| 250 | | 8,52 | | | | 14 | | 4 | | 2,73 |
| 350 | 15,8 | | 5 | 17 | 17 | | 15 | | 0,76 | |
| 500 | 21,34 | | 16 | 25 | 25 | | 17 | | 1,78 | |
| 625 | 21,27 | | 331 | 27 | 27 | | 12 | | 2,45 | |

Tabla 39. Tabla resumen del crecimiento de los juveniles de *U. ravoisieri* sembrados el 2011 en la piscina 2 a lo largo del proyecto, y también de los sembrados en 2012. El día de siembra se considera el día 0 y se toma como referencia la fecha del 30/5/11 para los de 2011 y la misma fecha pero de 2012 para los de dicho año. Se indica el crecimiento en base a la longitud media en mm de un número de ejemplares determinado (submuestra), también la longitud máxima, mínima y la desviación estándar.

Crecimiento de *U. ravoisieri* sembrados en 2011 y 2012 en piscina 2 exterior con sedimento

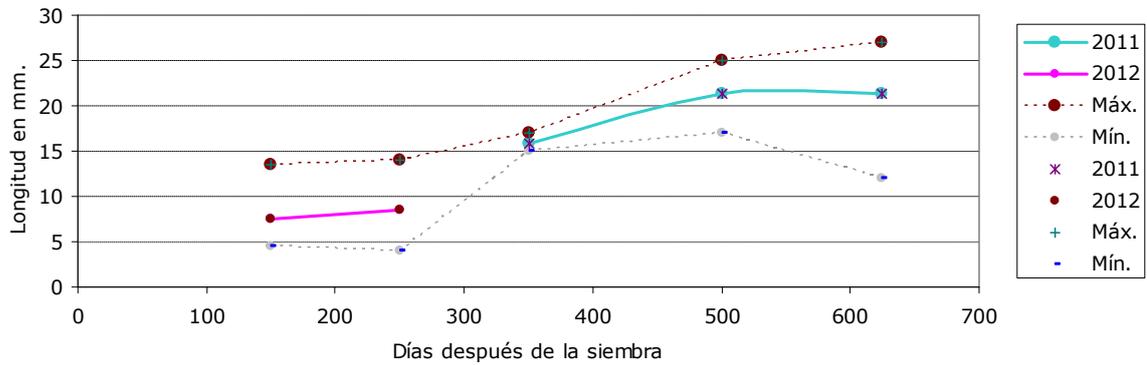


Figura 36. Evolución del crecimiento de los juveniles de *U. ravoisieri* sembrados en 2011 y 2012 en la piscina 2, datos de la tabla 39.

| Fecha des de siembra | Piscina 2 2011-12 | Piscina 4 | Jaula Lago 2 2012 | Tubo 1.3 |
|----------------------|-------------------|-----------|-------------------|----------|
| 150 | 7583,3 | | | |
| 250 | 8512,2 | | | |
| 350 | 15800,0 | | | |
| 500 | 21343,8 | | | |
| 625 | 21268,9 | 19849,1 | | |
| 700 | | | 21815,0 | |
| 750 | | 19125,0 | 25090,0 | 20646,0 |
| 800 | | | 24685,5 | 25070,0 |
| 875 | | 24044,0 | 24659,6 | 27336,0 |

Tabla 40. Tabla resumen del crecimiento de los juveniles de *U. ravoisieri* sembrados el 2011 en la piscina 2 a lo largo del proyecto y en los diferentes lugares de siembra posterior donde se movieron. El día de siembra se considera el día 0 y se toma como referencia la fecha del 30/5/11. Se indica el crecimiento en base a la longitud media en micras de un número de ejemplares determinado (submuestra). Coincide con los números de juveniles de cada lugar de siembra de la tabla 38.

Crecimiento de *Unio ravoisieri* en Piscina 2 de los años 2011 y 2012 y continuación de los del 2011 en una Jaula en el lago

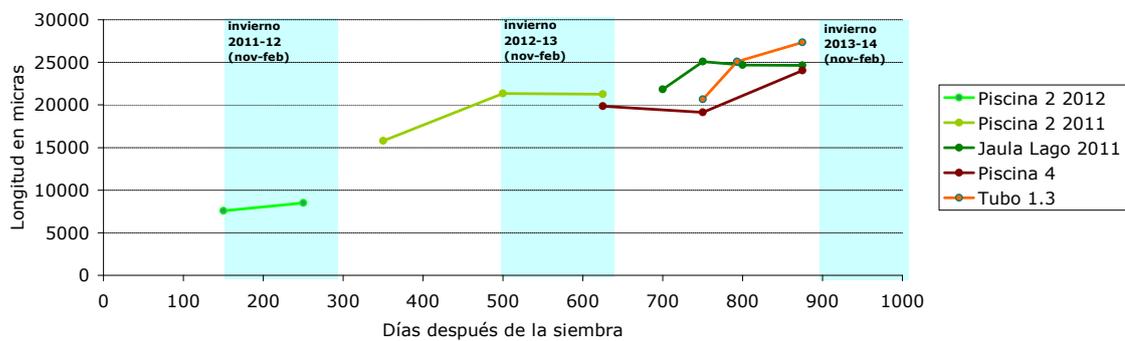


Figura 37. Crecimiento de los juveniles de *U. ravoisieri* sembrados en 2011 en la piscina 2. En el grafico se puede ver la longitud media en micras de los juveniles desde su paso por la piscina 2, hasta los diferentes crecimientos obtenidos a partir de la repartición de los ejemplares en otros lugares de siembra, hasta la finalización del proyecto. Se indican los lugares de siembra según la tabla 40.



Generación año 2012 *mancus* de piscina 1

En 2012 se siembran entre mayo y julio 9.380 juveniles de *U. mancus* en la piscina 1. A los 135 días después de la siembra se hace una primera revisión sin obtener ningún juvenil vivo. En la revisión final de la piscina 1 a los 210 días del 5/1/2013 no se han encontrado juveniles pequeños sembrados en 2012 (figura 30).

Las razones que podrían explicar el fracaso de la siembra de 2012 en la piscina 1 se explican por la aparición de algas en el sedimento y la mayor acumulación de materia orgánica, como se ha argumentado en la explicación de la generación de *mancus* de 2011.

Generación año 2012 *ravoisieri* de piscina 2

En 2012 se siembran entre mayo y julio 5.005 juveniles de *ravoisieri* en la piscina 2, también mezclados con los de 2011. En *ravoisieri* hay una mayor supervivencia de los juveniles de 2012, comparado con *mancus*, de modo que en la revisión completa de febrero de la piscina se detecta 337 ejemplares de 1,5 años y 35 de menos de 1 año con un tamaño medio de 8,5 mm (tabla 41). Estos 35 ejemplares se siembran en una caja con sedimento en la piscina 4, con los de 1,5 años, y suponen una supervivencia del 0.7 %. A partir de la revisión de las cajas de la piscina 4 se puede hacer un seguimiento de estos ejemplares (ver apartado correspondiente).

| Fecha | Días des de la siembra | Longitud (micras) | N muestra | Número de individuos | % de supervivencia |
|------------|------------------------|-------------------|-----------|----------------------|--------------------|
| 30/05/2012 | 0 | 250 | 0 | 5.000 | 100 |
| 30/10/2012 | 150 | 7583 | 17 | 1.666 | 30 |
| 06/02/2013 | 250 | 8500 | 35 | 35 | 0,7 |

Tabla 41. Tabla resumen del crecimiento y numero de ejemplares de los juveniles de *U. ravoisieri* sembrados el 2012 en la piscina 2. El día de siembra se considera el día 0 y se toma como referencia la fecha del 30/5/12. Se indica el crecimiento en base a la longitud media en micras de un número de ejemplares determinado (submuestra), y un cálculo del número de individuos y el % de supervivencia. Estos dos últimos datos han sido calculados de forma exacta al inicio y final, pero el correspondiente a los 150 días de siembra es una estimación.

| Fecha | Lugar de siembra | Número individuos vivos | Longitud media | Observaciones |
|------------|-------------------------|-------------------------|----------------|-------------------------------------|
| 30/05/2012 | Piscina 2 | 5000 | 250 aprox. | Siembra juveniles acabados de nacer |
| 20/2/2013 | Caja D y E Piscina 4 | 35 | 8.500 | Limpieza y vaciado de Piscina 1 |
| 14/6/2013 | Tubo 1.1 | 22 | 8.800 | Revisión y vaciado Piscina 4 |

Tabla 42. Tabla resumen del crecimiento y número de ejemplares de los juveniles de *U. ravoisieri* sembrados inicialmente en el 2012 en la piscina 2 y posteriormente movidos secuencialmente a otros lugares de siembra. Se indica la fecha, el lugar de siembra, el número de juveniles inicial, su longitud media y las observaciones del proceso.

Generación año 2012 *mancus-ravoisieri* de piscina 3

En la piscina 3 en 2012 se sembraron 16.658 *mancus* y 2.412 *ravoisieri* mezclados. En los juveniles supervivientes al final del proceso no se puede distinguir entre las dos especies. En abril de 2013 se realizó una succión de la parte superficial de todo el sedimento donde se había formado una costra de algas que podía afectar negativamente a las náyades. Los 1.416 ejemplares juveniles vivos capturados en esta operación se volvieron a depositar en la piscina 3, menos 129 que se colocaron en una caja con sedimento en la piscina 8. Se sacaron 2947 ejemplares muertos. El 16 de octubre se revisa toda la piscina, vaciando el sedimento y se obtienen 1.384 ejemplares vivos, a los que hay que añadir los 75 de la revisión de la caja con sedimento del canal 1 (tabla 45), que provenía de los colocados en caja en la piscina 8 (tabla 2 y 3 anexos). Los 1.459 significan una supervivencia del 8 % a los



500 días de la siembra respecto a los 17.700 ejemplares juveniles sembrados en mayo de 2012. Los 1.384 juveniles acaban sembrados en una jaula grande en el lago de Banyoles, y de los 129 de la caja del canal, se encuentran solo 75 vivos que son sembrados en una jaula de malla pequeña también en el lago.

| Fecha siembra | Fecha | Vivos muestra | Muertos muestra | Total muestra | % supervivencia | Num. individuos estimado |
|---------------|------------|---------------|-----------------|---------------|-----------------|--------------------------|
| 0 | 30/5/12 | | | | 100 | 17.700 |
| 91 | 29/08/2012 | 27 | 0 | 27 | 50 | 8.850 |
| 152 | 29/10/2012 | 151 | 22 | 173 | 44 | 7.700 |
| 212 | 28/12/2012 | 13 | 2 | 15 | 38 | 6.726 |
| 325 | 03/04/2013 | 1416 | 2947 | 4363 | 32 | 5.664 |
| 504 | 16/10/2013 | 1459 | Muchos | 1459 | 8 | 1.459 |

Tabla 43. Tabla resumen del número de ejemplares de los juveniles de *U. mancus-ravoisieri* sembrados el 2012 en la piscina 3. El día de siembra se considera el día 0 y se toma como referencia la fecha del 30/5/12. se indican los ejemplares vivos y muertos de cada muestra realizada a lo largo del proceso de crecimiento de los juveniles en la piscina. A partir de la muestra se ha calculado un % de supervivencia y un número de individuos estimado, aunque los números del inicio y del final son conocidos de forma exacta.

Supervivencia de los juveniles de náyade sembrados en sedimento en piscina 3 el 2012

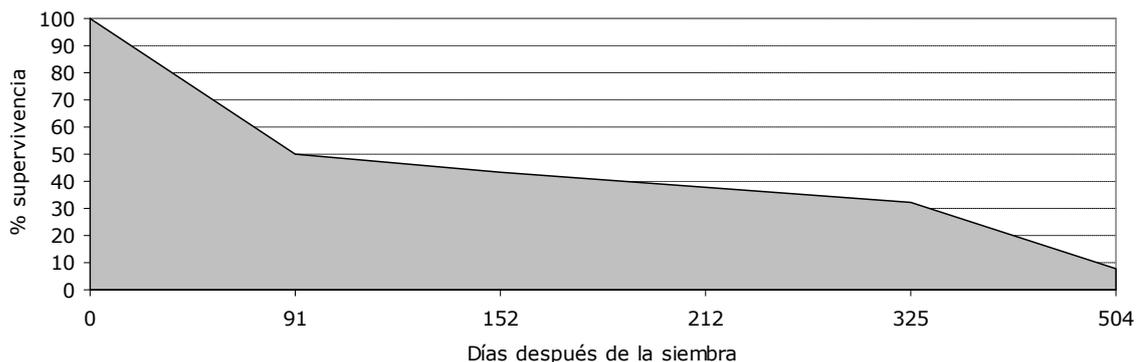


Figura 38. Evolución de la supervivencia de los juveniles de *U. mancus-ravoisieri* sembrados inicialmente en 2012 en la piscina 3 y posteriormente sembrados en otros sistemas de engorde. Los días después de la siembra tienen como referencia de día 0 la fecha del 30/5/2011. Gráfico relacionado con la tabla numero 39.

| Fecha siembra | Data | Promedio Long | N juveniles muestreado | Long. Máx. | Long. Mín. | Desv. est. |
|---------------|------------|---------------|------------------------|------------|------------|------------|
| 91 | 29/08/2012 | 3049,3 | 27 | 6150 | 1430 | 1188,0 |
| 152 | 29/10/2012 | 2986,1 | 151 | 7000 | 1000 | 1110,0 |
| 212 | 28/12/2012 | 3780,9 | 13 | 5470 | 1840 | 991,3 |
| 325 | 20/04/2013 | 4226,6 | 331 | 10000 | 1620 | 1413,5 |
| 427 | 31/07/2013 | 5638,0 | 79 | 12000 | 2500 | 2083,0 |
| 504 | 16/10/2013 | 11006,7 | 300 | 19000 | 4000 | 2945,7 |
| 505 | 17/10/2013 | 11800,0 | 75 | 17500 | 6500 | 2445,3 |

Tabla 44. Tabla resumen del crecimiento de los juveniles de *U. mancus-ravoisieri* sembrados el 2012 en la piscina 3 a lo largo del proyecto. El día de siembra se considera el día 0 y se toma como referencia la fecha del 30/5/12. Se indica el crecimiento en base a la longitud media en micras de un numero de ejemplares determinado (submuestra N), también la longitud máxima, mínima y la desviación estándar.

Hasta el primer invierno, los juveniles de piscina 3 habían crecido hasta los 3,8 mm de longitud, muy por debajo de los resultados obtenidos el primer año en piscina 1 y 2 (7,3 mm). El segundo año de crecimiento los ejemplares llegan a los 11,8 mm



de longitud, menos que los 12,3 de los *mancus* o los 21 mm de los *ravoisieri* de 2011.

Crecimiento de *U. mancus* sembrados en 2012 en piscina 3 exterior con sedimento

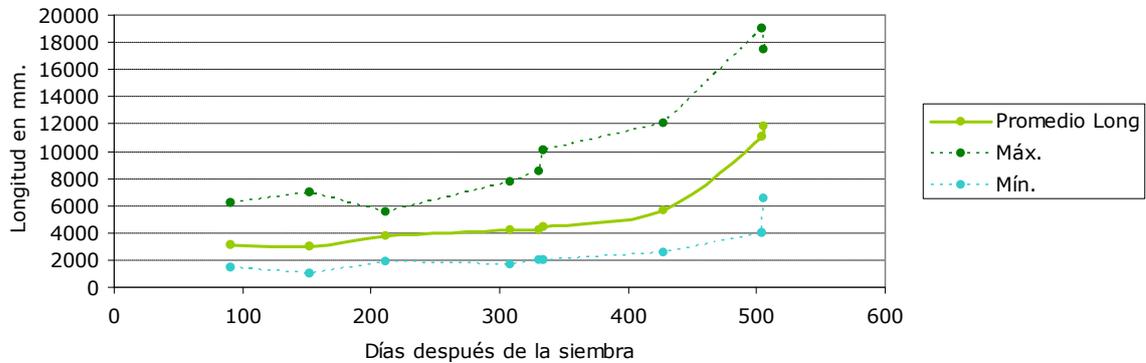


Figura 39. Evolución del crecimiento de los juveniles de *U. mancus-ravoisieri* sembrados en 2012 en la piscina 3, datos de la tabla 44.

| Fecha siembra | Fecha | % superviv. | Total | Piscina 3 | Piscina 8 Caja | Canal 1 caja | Jaula Grande 2 y 6 (L) | Jaula 1 malla pequeña (L) |
|---------------|------------|-------------|-------|-----------|----------------|--------------|------------------------|---------------------------|
| 0 | | 100 | 17700 | 17700 | | | | |
| 91 | 29/08/2012 | 50 | 8850 | 8850 | | | | |
| 152 | 29/10/2012 | 44 | 7700 | 7700 | | | | |
| 212 | 28/12/2012 | 38 | 6726 | 6726 | | | | |
| 325 | 03/04/2013 | 32 | 5664 | 5535 | 129 | | | |
| 365 | 15/05/2013 | 32 | 5664 | 5664 | | 129 | | |
| 504 | 16/10/2013 | 8 | 1459 | 1384 | | 75 | | |
| 505 | 17/10/2013 | 8 | 1473 | | | | 1384 | 89 |

Tabla 45. Tabla resumen del número y el movimiento de juveniles de *U. mancus - ravoisieri* sembrados inicialmente en 2012 en la piscina 3 y que a lo largo del proyecto se han ido cambiando de lugar. La columna del total de juveniles y del % de supervivencia es una mezcla de datos reales (especialmente al inicio o final de cada lugar de siembra) y de una estimación en función de muestreos puntuales parciales. Se indican los diferentes sistemas o lugares de siembra, empezando por la piscina 3, unas cajas con sedimento colocadas en la piscina 8, unas cajas en el canal de hormigón nuevo construido en 2013, y dos jaulas situadas en el lago.

Generación 2013 *mancus* de piscina 1

Entre mayo y julio de 2013 se siembran 36.140 *mancus* en piscina 1. De momento no se ha realizado ningún muestreo. Se han observado crecimientos importantes de gusanos (oligoquetos) que no sabemos como pueden haber afectado a las náyades, igual que también se ha detectado la presencia de algún ejemplar de pez fraile que se han ido sacando con trampas.

Generación 2013 *ravoisieri* de piscina 2

Entre mayo y julio de 2013 se siembran 4.318 *ravoisieri* en piscina 2. De momento no se ha realizado ningún muestreo. Se han observado crecimientos importantes de gusanos de tierra (oligoquetos) que no sabemos como pueden haber afectado a las náyades, igual que también se ha detectado la presencia de algún ejemplar de pez fraile que se han ido sacando con trampas.

3.6.5. Siembra en cajas con sedimento en piscinas

La siembra por cajas tiene la ventaja que permite colocar un número conocido de juveniles en una superficie concreta, por lo que se puede hacer un seguimiento



específico de este grupo de juveniles separado de otras cajas que pueda haber en la misma piscina. Esto permite mezclar diferentes siembras en una piscina y aprovechar mejor la infraestructura del laboratorio de cría. Aún así, a lo largo del proyecto este sistema ha presentado un problema importante, y es que los ejemplares de tamaño cercano al 10 mm ya se mueven mucho y tienen la capacidad de salir de las cajas y caer al suelo de la piscina mezclándose con los de otras cajas próximas. No es por tanto recomendable mezclar diferentes cajas con diferentes especies de náyades y estadios. Para evitar el problema, en 2013 las cajas se llenaban con menos sedimento, solo hasta la mitad (5-6 cm), para que haya mas distancia entre la superficie del sedimento y el lateral de la caja y a las náyades les resulte más difícil de salir.

Generación 2011 *manacus* en cajas en piscina 8

La revisión de la piscina 1 permitió obtener 493 ejemplares vivos que se sembraron en una caja con sedimento en la piscina 8. De aquí se seleccionaron 100 juveniles en abril para colocarlos en una jaula grande en el lago, luego en mayo 100 mas para el tubo, hasta la revisión del resto de la caja donde quedaron 257 ejemplares vivos que se depositaron en dos nuevas cajas en el canal de hormigón a mediados de mayo. La revisión de estas cajas en junio (800 días) permitió detectar 192 ejemplares, de los cuales 150 se añadieron a la jaula del lago y 41 quedaron en el canal.

Generación 2012 *manacus* en cajas en piscina 4

En el 2012 se realizan unas siembras controladas en cajas o recipientes similares. Se realiza un experimento en la piscina 4 delimitando dos superficies con unos ladrillos. En uno se realiza la siembra de juveniles nacidos en mayo, y en el otro en julio. La intención de este experimento era comparar los crecimientos y supervivencias entre los primeros nacimientos y los últimos. El experimento resultó poco significativo por la baja supervivencia de los individuos sembrados; se sembraron demasiado pocos, ya que 277 días después de la siembra, de los 511 ejemplares sembrados en mayo quedaban 8 de vivos (1,6% supervivencia) y 164 de los 436 de julio (17,5 %). Tal como se puede ver en la tabla 47 los ejemplares de mayo son ligeramente mayores que los de julio pero los resultados no son significativos. Estos ejemplares, una vez revisado el experimento, se siembran de nuevo en la Caja E1 de la misma piscina. Otras siembras se realizan en otras dos cajas, la Caja A1 y A2 con 500 y 750 ejemplares aproximadamente que una vez revisada presentan elevadas tasas de supervivencia a los 318 días, del 38,3 y 18,2 %, con un total de 196 y 135 juveniles vivos. Estos 196 juveniles de la Caja A1 se añaden a los 176 de la Caja E1, sumando un total de 372, y los 135 juveniles de CA2 se siembran en el tubo canal sección 2.1 del laboratorio (tabla 2, anexos). En octubre de 2013 se revisó la caja E1 localizando solo 14 juveniles (3,8 % supervivencia) con un crecimiento muy satisfactorio hasta los 1,3 cm. de media.

| Fecha siembra | Días des de las siembra | Ladrillo 1 Piscina 4 | Ladrillo 2 Piscina 4 | Caja E1 Piscina 4 | Caja CA1 Piscina 4 | Caja CA2 Piscina 4 | Tubo 2.1 lab. |
|-----------------------|-------------------------|----------------------|----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------|
| 6/5/12 | 0 | 511 | | | 512 | 743 | |
| 28/6/12 | 53 | 511 | 436 | | | | |
| 6/2/13 | 276 | 8 | 164 | | | | |
| 7/2/13 | 277 | 0 | 0 | 176 | | | |
| 20/3/13 | 318 | | | 176 | 196 | 135 | |
| 21/3/13 | 319 | | | 372 | 0 | 0 | 135 |
| 17/10/13 | 529 | | | 14 | | 0 | 135 |
| Supervivencia final % | | 1,6 | 17,5 | 0,96 (3,8 parcial) | 38,3 | 18,2 | No revisado |

Tabla 46. Tabla resumen del número y del movimiento de los juveniles de *U. manacus* sembrados inicialmente en 2012 en cajas-bandejas-ladrillos en la piscina 4 y que a lo largo del proyecto se han ido cambiando de lugar. La supervivencia se ha calculado solo a partir del dato inicial y final conocido de cada lugar de siembra, por lo que no todos se pueden comparar si se tienen en cuenta los días desde la



siembra. Se indican los diferentes sistemas o lugares de siembra, empezando por un cercado de ladrillos relleno de sedimento, unas cajas con sedimento colocadas también en la piscina 4 y el nuevo tubo con sedimento construido el 2013 en el exterior del laboratorio.

Supervivencia de náyades (*mancus* y *ravoisieri*) sembradas en 2012 en cajas con sedimento en piscina 4

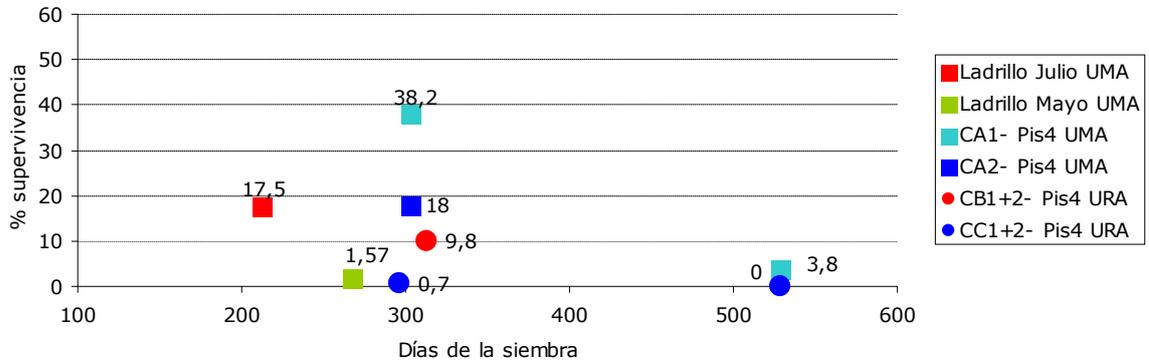


Figura 40. Evolución de la supervivencia de los juveniles de *U. mancus* y *U. ravoisieri* sembrados en 2012 en cajas con sedimento en la piscina 4, datos de la tabla 46 y 47.

| Fecha siembra | Días des de las siembra | Ladrillo 1 Piscina 4 | Ladrillo 2 Piscina 4 | Caja E1 Piscina 4 | Caja CA1 Piscina 4 |
|---------------|-------------------------|----------------------|----------------------|-------------------|--------------------|
| 6/5/12 | 0 | 250 | 250 | 250 | 250 |
| 30/10/12 | 165 | 6042 | 4941 | | |
| 6/2/13 | 276 | 5500 | 4880 | | |
| 20/3/13 | 318 | | | | 3154,6 |
| 17/10/13 | 529 | | | 13000 | |

Tabla 47. Tabla resumen del crecimiento de los juveniles de *U. mancus* sembrados inicialmente en 2012 en cajas-bandejas-ladrillos en la piscina 4 y que a lo largo del proyecto se han ido cambiando de lugar. El crecimiento se indica como el promedio de la longitud en micras de una muestra de los juveniles. La fecha de siembra no es igual para todos los sistemas, pero se ha mantenido la relación con los días después de la siembra. Se indican los diferentes sistemas o lugares de siembra, empezando por un cercado de ladrillos relleno de sedimento, y unas cajas con sedimento colocadas también en la piscina 4.

Crecimiento UMA 1+ en Cajas en Piscina 4

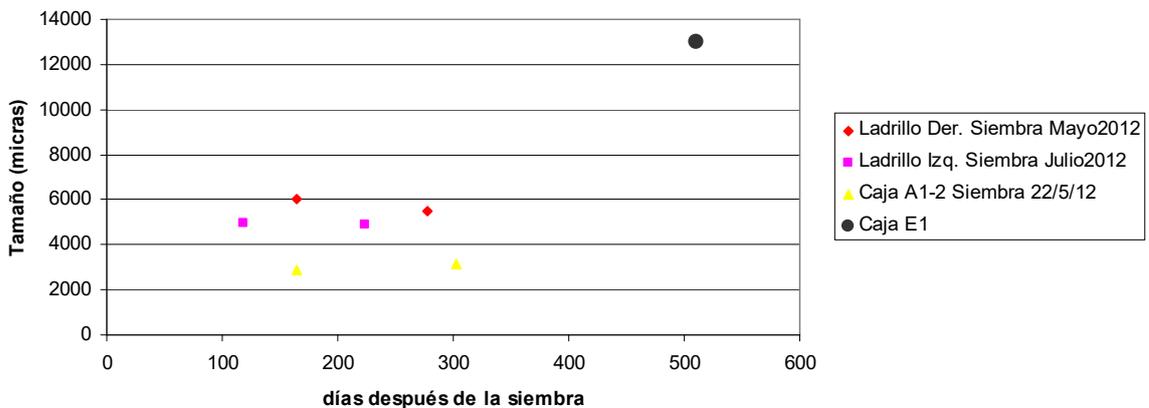


Figura 41. Evolución del crecimiento de los juveniles de *U. mancus* sembrados en 2012 en cajas con sedimento en la piscina 4, datos de la tabla 46 y 47.



Generación 2011 *ravoisieri* en cajas en piscina 4

La revisión de la piscina 2 permitió obtener 337 ejemplares vivos de los que se sembraron 232 en una caja con sedimento en la piscina 4 el 26 de abril. A mediados de mayo se sacan 100 ejemplares de esta caja para sembrarlos en el canal de tubo del laboratorio. Estas cajas de la piscina 4 vuelven a revisarse a finales de junio cuando se encuentran 43 juveniles vivos (18 % de supervivencia respecto al inicio a los 775 días des de la siembra).

| Fecha siembra | Días después siembra | Total juveniles | % Superviv. | Juveniles Piscina 2 | Caja Piscina 4 | Jaula Grande Lago (L) | Tubo 1 3 |
|---------------|----------------------|-----------------|-------------|---------------------|----------------|-----------------------|----------|
| 30/05/2011 | 0 | 1800 | 100 | 1800 | | | |
| 09/05/2012 | 345 | 600 | 33 | 600 | | | |
| 30/10/2012 | 519 | 427 | 24 | 427 | | | |
| 06/02/2013 | 618 | 337 | 19 | 337 | | | |
| 26/04/2013 | 697 | 332 | 19 | | 232 | 100 | |
| 13/05/2013 | 714 | 332 | 19 | | 132 | 100 | 100 |
| 14/06/2013 | 746 | 284 | 18 | | 43 | 141 | 100 |
| 30/06/2013 | 775 | 284 | 18 | | 43 | 143 | 100 |

Tabla 38. Tabla resumen del movimiento de los juveniles de *U. ravoisieri* sembrados inicialmente en 2011 en la piscina 2 y que a lo largo del proyecto se han ido cambiando de lugar. La columna del total de juveniles y del % de supervivencia es una mezcla de datos reales (especialmente al inicio o final de cada lugar de siembra) y de una estimación en función de muestreos puntuales parciales. Se indican los diferentes sistemas o lugares de siembra, empezando por la piscina 2, unas cajas con sedimento colocada en la piscina 4, una jaula grande situada en el lago y el tubo nuevo construidos en 2013.

Generación 2012 *ravoisieri* en cajas en piscina 4

En mayo de 2012 se siembran 700 juveniles en la caja B1 y 700 en la caja B2, y en julio se siembran 602 juveniles en la caja C1, y 300 en caja C2. A los 315 días, en abril de 2013, se revisan las cajas obteniendo 137 juveniles de las cajas B1 y B2, y solo 6 de la caja C1. Los juveniles se juntan y se siembran en una sola caja CA1 en la misma piscina 4 hasta octubre de 2013. En esta revisión no se obtienen ejemplares vivos dentro de la caja. Se supone que han saltado de la caja y se han mezclado con otras náyades en el fondo de la piscina. A partir de los 91 ejemplares juveniles localizados en el fondo de la piscina se separan los menores de 1,7 cm, que solo presentan una línea de crecimiento en la concha y que se supone que son una mezcla de *ravoisieri* 1+ y algunos *mancus* 1+. De estos 91, 38 son de este tamaño pequeño y se marcan con un punto naranja y se dejan en el canal de tubo sección *ravoisieri*.

| Fecha siembra | Días des de las siembra | Caja B1 Piscina 4 | Caja B2 Piscina 4 | Caja C1 Piscina 4 | Caja C2 Piscina 4 | Caja CA1 Piscina 4 |
|-----------------------|-------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 24/5/12 | 0 | 700 | 700 | | | |
| 2/7/12 | 39 | 700 | 700 | 602 | 300 | |
| 3/4/13 | 313 | 65 | 72 | 602 | 300 | |
| 4/4/13 | 314 | 0 | 0 | 602 | 300 | 137 |
| 24/4/13 | 335 | | | 6 | | 137 |
| 25/4/13 | 336 | | | 0 | 0 | 143 |
| 17/10/13 | 511 | | | | | 0 |
| Supervivencia final % | | 9,3 | 10,3 | 1 | 0 | 0 |

Tabla 48. Tabla resumen del numero y del movimiento de los juveniles de *U. ravoisieri* sembrados inicialmente en 2012 en cajas-bandejas-ladrillos en la piscina 4 y que a lo largo del proyecto se han ido cambiando de lugar. La supervivencia se ha calculado solo a partir del dato inicial y final conocido de cada lugar de siembra, por lo que no todos se pueden comparar si se tienen en cuenta los días desde la siembra. Se indican los diferentes sistemas o lugares de siembra, todos ellos diferentes cajas con sedimento dentro de la piscina 4.

Los crecimientos de los juveniles en cajas son similares llegando a los 3,4-3,8 mm a los 300 días de la siembra.

| Fecha siembra | Días des de la siembra | Caixa B1-2 Piscina 4 | Caixa C1-2 Piscina 4 |
|---------------|------------------------|----------------------|----------------------|
| 24/05/2012 | 0 | 250 | 250 |
| 30/10/2012 | 160 | 2663 | |
| 03/04/2013 | 300 | 3761 | 3478 |

Tabla 49. Tabla resumen del crecimiento de los juveniles de *U. ravoisieri* sembrados inicialmente en 2012 en cajas-bandejas-ladrillos en la piscina 4 y que a lo largo del proyecto se han ido cambiando de lugar. El crecimiento se indica como el promedio de la longitud en micras de una muestra de los juveniles. La fecha de siembra no es igual para todos los sistemas, pero se ha mantenido la relación con los días después de la siembra. Se indican los diferentes sistemas o lugares de siembra, agrupados por cajas con sedimento que estaban depositadas en la piscina 4.

Crecimiento de *U. ravoisieri* en cajas con sedimento en Piscina 4 sembrados en primavera 2012

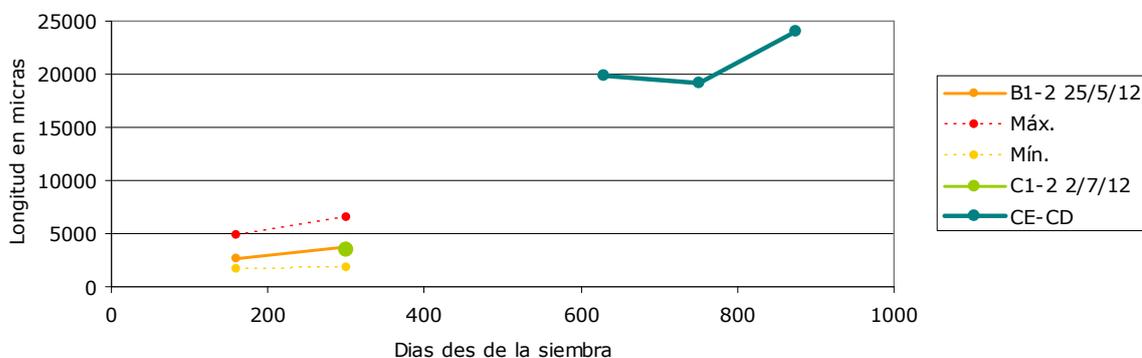


Figura 42. Evolución del crecimiento de los juveniles de *U. ravoisieri* sembrados en 2012 en cajas con sedimento en la piscina 4, datos de la tabla 48 y 49.

3.6.6. Siembra en el medio natural directa o en bandeja

En 2012 se realizan siembras controladas de juveniles en acequias y arroyos. Estas siembras se realizan sobre cajas con sedimento o simplemente vertiendo los juveniles en el sedimento intentando evitar que sean arrastrados aguas abajo, vaciando un recipiente directamente sobre el sedimento. Únicamente se ha utilizado este sistema con *U. mancus*. La siembra en el lago de Banyoles se realizó en la zona de los Amaradors en una caja sin protección, con sedimento del lago.

Localización y número de ejemplares:

- Amaradors, Lago de Banyoles. 517 juveniles sembrados el 8/5/12 en la zona de los Amaradors. Realizada en una caja con sedimento cerca del punto de concentración de náyades de este sector del lago. Realizada des del barco y con traje de inmersión (foto 157).
- Acequia de Ca n'Hort, Banyoles. 1872 juveniles sembrados el 23/5/12 debajo del primer puente de hormigón aguas abajo desde la Calle de la Sardana. Con botas vadeadoras se siembran directamente sobre el sedimento (foto 171, 172).
- Acequia de Teixidor. 3379 juveniles sembrados el 29/5/12 en una caja con sedimento debajo de un puente de acceso a unos garajes, entre la Font de les Ànimes y la Creu del Terme.



- Arroyo Can Morgat, Porqueres. 387 juveniles sembrados el 27/6/12 debajo del puente de acceso al mirador de la laguna de Margarit. Con botas vadeadoras se siembran directamente sobre el sedimento.

La mayoría de estas siembras no han podido revisarse, ni comprobar su éxito. Si se ha revisado en diciembre de 2012 la caja de la zona de los Amaradors en el lago sin obtener ningún ejemplar vivo, aunque no se descarta que algún ejemplar haya podido saltar de la caja y sobrevivir directamente en el lago. Por otro lado, la caja de la acequia d'en Teixidor fue movida y vaciada accidentalmente o a propósito por un desconocido, encontrándose la caja flotando. Suponemos que el sedimento quedó esparcido por la base de la acequia. No se descarta que alguno de los ejemplares de pequeño tamaño encontrado en esta zona en 2013 corresponda a ejemplares de esta siembra o a partir de los peces liberados y vistos en la zona también en 2012.

La zona de la acequia de Ca n'Hort fue revisada con botas vadeadoras y un rastrillo el 29/5/13 y se capturó un único ejemplar de 25,9 mm que puede provenir de esta siembra o de forma natural a partir de las liberaciones de peces. El juvenil estaba enterrado entre unos tallos de junco. El crecimiento una vez más demuestra que en condiciones naturales los juveniles de náyade crecen muchísimo más que los que crecen en los diferentes sistemas del laboratorio.

No se ha muestreado el arroyo de Can Morgat.

3.6.7. Siembra en tuppers

Experimento 1

Se ha realizado un experimento de alimentación suplementaria en recipientes de plástico cerrados donde se han mantenido los juveniles de náyades en dilución en agua del lago. Estos tuppers son unos recipientes de 400 ml y en cada uno se han sembrado aproximadamente 200 ejemplares. El experimento se ha basado en la realización de 2 réplicas o series de 5 preparados alimenticios diferentes (foto 180 y 181). Los 5 grupos de alimentación son:

- A. Agua del lago. Tupper con 400 ml agua del lago sin ningún añadido.
- B. Alga marina. Tupper con 400 ml agua del lago y un cubito de 8 gr con el preparado de alga marina.
- C. Mezcla de Algas+chara+biofilm+hojarasca. Tupper con 400 ml agua del lago y cuatro cubitos de 8 gr, uno con el preparado de alga marina, uno de caráceas, otro de biofilm, y otro de hojarasca.
- D. Alga+hojarasca. Tupper con 400 ml agua del lago y un cubito de 8 gr con el preparado de alga marina y otro de hojarasca.
- E. Biofilm. Tupper con 400 ml agua del lago y un cubito de 8 gr con el preparado de biofilm.

Los preparados se realizan de la siguiente forma:

- Agua del lago. Directamente agua del lago sin ningún añadido, procedente de la bomba que coge agua del lago y la lleva al laboratorio. La base de todos los tuppers.
- Algas marinas. Cubito de 8 gr con el preparado de alga marina. Preparado: Algas de la marca Easy Reefs, especial para corales con 33.3% de cada una de las siguientes algas marinas: Nannochloropsis, Tetraselmis y Phaeodactylum. Añadir una espátula rasa (100mg) de easy reef en 1 litro de agua, mezclar con batidora, dividido en cubitos de 8 ml= 8 gr. En 100 mg de alga marina hay 25.000.000 cel/ml. Cada tupper tiene 0,8 mg de algas, lo que supone una carga de $66,5 \times 10^6$ cel. de Nanno.; $11,08 \times 10^6$ cel. Phaeo. y $1,254 \times 10^6$ cel. de Tetra.

- Extracto de caroficias. Cubito de 8 gr con el preparado. Preparado: 250 gr de la pasta de caroficias + 750 ml de agua del lago, dividido en cubitos de 8 ml= 8 gr.
- Extracto de restos de enea. Cubito de 8 gr con el preparado. Preparado: 2 Kg de restos de enea + 2 litros agua del lago, dividido en cubitos de 8 ml= 8 gr (foto 183).
- Extracto de tallos de carrizo y juncos. Cubito de 8 gr con el preparado. Preparado: 250 gr. de tallos + 1l de agua del lago, dividido en cubitos de 8 ml= 8 gr.
- Extracto de hojarasca. Cubito de 8 gr con el preparado. Preparado: Cubo de 20 litros con hojas de sauce (*Salix atrocinerea*) recogidas de una zona inundada, dejadas en remojo, se hace un extracto con el filtrado del jugo resultante de exprimir estas hojas y filtradas para obtener 1 litro de agua, dividido en cubitos de 8 ml= 8 gr.
- Extracto de biofilm. Cubito de 8 gr con el preparado. Preparado: 200 gramos de biofilm + 2 litros de agua del lago, dividido en cubitos de 8 ml= 8 gr.

El agua se cambia cada 5 días, filtrando el contenido por 200 micras de malla al inicio y más adelante por 500 micras. Se lavan los juveniles y se dejan en una placa de petri, se limpian los tupper y se prepara un nuevo tupper con agua del lago y con un cubito de alimento en descongelación. Una vez revisada la muestra, se cuentan los ejemplares vivos y muertos y se vuelven a depositar en el nuevo tupper controlando que no haya ningún cambio brusco de temperatura. Cada 10 días los ejemplares, además de ser contados los vivos y los muertos, se miden (una parte representativa de los vivos o la totalidad). Para su medición se utiliza una lupa estereoscopio con cámara digital, realizando una fotografía y utilizando el mismo programa de fotografía calibrado para tomar las medidas de longitud total en micras (foto 184 a 193).

Supervivencia de los juveniles de *U. mancus* en tupper

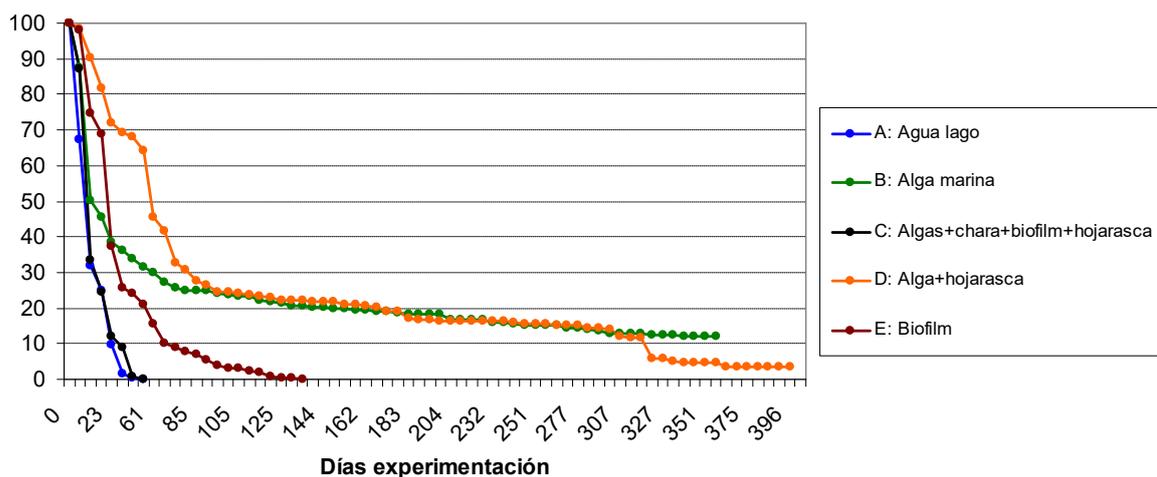


Figura 43. Evolución de la supervivencia de los juveniles sembrados en tupper en mayo de 2012 de los 5 grupos de experimentación. Los datos son un promedio de las dos réplicas de cada grupo de alimentación.

El experimento ha durado 400 días en una de las réplicas y 350 en la otra, desde mayo de 2012 hasta julio de 2013. Las réplicas han tenido un comportamiento similar, y los datos que se presentan en las gráficas y tablas son el promedio de supervivencia y longitud de las dos réplicas de cada proceso. Hay que suponer una cierta pérdida de ejemplares debido a los continuos cambios de agua y filtrados,



que aunque realizados de forma cuidadosa, con la repetición y la participación de diferentes personas en el proceso han causado pérdidas puntuales.

Los tuppers se han mantenido a una temperatura ambiente dentro de un recipiente de porexpan y dentro del laboratorio (ver tabla 16) sin grandes alteraciones y con calefacción en invierno.

Los resultados muestran claramente que dos de los grupos de alimentación que mejor han funcionado han sido los alimentados con el compuesto de algas marinas (B), y el de hojarasca y alga marina (D). Este apoyo de alimentación ha permitido que de 400 ejemplares, aproximadamente sobrevivieran entre 15 y 30 juveniles a los 400 días. El grupo A con agua del lago sufrió una rápida mortalidad y a los 40 días ya no había ejemplares vivos, y el crecimiento fue insignificante. El grupo C, con mucha carga orgánica en el tupper, también funcionó mal, sin poder saber si fue a causa del exceso de contenido o por el efecto negativo de alguno de los compuestos. Finalmente, el grupo E con biofilm tuvo mayor resistencia y sobrevivió hasta los 120 días, y los pocos ejemplares vivos a estas fechas tenían un tamaño tan grande como el de los grupos B y D.

| Data | Días | A: Agua lago | B: Alga marina | C: Algas+chara+ biofilm+hojarasca | D: Alga+ hojarasca | E: Biofilm |
|------------|------|--------------|----------------|-----------------------------------|--------------------|------------|
| | 0 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 20/05/2012 | 5 | 67 | 88 | 87 | 98 | 98 |
| 25/05/2012 | 10 | 32 | 50 | 33 | 90 | 75 |
| 04/06/2012 | 19 | 25 | 46 | 25 | 82 | 69 |
| 08/06/2012 | 23 | 10 | 38 | 12 | 72 | 37 |
| 18/06/2012 | 33 | 2 | 36 | 9 | 69 | 26 |
| 27/06/2012 | 42 | 0 | 34 | 1 | 68 | 24 |
| 06/07/2012 | 51 | 0 | 31 | 0 | 64 | 21 |
| 16/07/2012 | 61 | | 30 | | 46 | 16 |
| 25/07/2012 | 70 | | 27 | | 42 | 10 |
| 30/07/2012 | 76 | | 26 | | 33 | 9 |
| 03/08/2012 | 81 | | 25 | | 31 | 8 |
| 08/08/2012 | 85 | | 25 | | 27 | 7 |
| 14/08/2012 | 90 | | 25 | | 27 | 5 |
| 20/08/2012 | 96 | | 24 | | 25 | 4 |
| 23/08/2012 | 102 | | 24 | | 24 | 3 |
| 28/08/2012 | 105 | | 23 | | 24 | 3 |
| 03/09/2012 | 110 | | 23 | | 24 | 3 |
| 07/09/2012 | 116 | | 22 | | 23 | 2 |
| 12/09/2012 | 120 | | 22 | | 23 | 1 |
| 17/09/2012 | 125 | | 21 | | 22 | 0 |
| 20/09/2012 | 130 | | 21 | | 22 | 0 |
| 25/09/2012 | 133 | | 21 | | 22 | 0 |
| 01/10/2012 | 138 | | 20 | | 22 | |
| 05/10/2012 | 144 | | 20 | | 22 | |
| 10/10/2012 | 148 | | 20 | | 22 | |
| 15/10/2012 | 153 | | 20 | | 21 | |
| 19/10/2012 | 158 | | 20 | | 21 | |
| 22/10/2012 | 162 | | 19 | | 21 | |
| 24/10/2012 | 167 | | 19 | | 20 | |
| 29/10/2012 | 172 | | 19 | | 19 | |
| 05/11/2012 | 179 | | 19 | | 19 | |
| 09/11/2012 | 183 | | 18 | | 17 | |
| 13/11/2012 | 187 | | 18 | | 17 | |
| 19/11/2012 | 193 | | 18 | | 17 | |
| 23/11/2012 | 197 | | 18 | | 17 | |
| 30/11/2012 | 204 | | 17 | | 17 | |
| 05/12/2012 | 209 | | 17 | | 17 | |
| 10/12/2012 | 214 | | 17 | | 17 | |
| 15/12/2012 | 219 | | 17 | | 17 | |
| 28/12/2012 | 232 | | 16 | | 17 | |
| 02/01/2013 | 237 | | 16 | | 17 | |
| 07/01/2013 | 242 | | 16 | | 16 | |
| 11/01/2013 | 246 | | 15 | | 15 | |
| 16/01/2013 | 251 | | 15 | | 15 | |
| 25/01/2013 | 260 | | 15 | | 15 | |
| 30/01/2013 | 265 | | 15 | | 15 | |
| 06/02/2013 | 272 | | 14 | | 15 | |
| 11/02/2013 | 277 | | 14 | | 15 | |
| 15/02/2013 | 281 | | 14 | | 15 | |
| 26/02/2013 | 292 | | 13 | | 14 | |



| Data | Días | A: Agua lago | B: Alga marina | C: Algas+chara+ biofilm+hojarasca | D: Alga+ hojarasca | E: Biofilm |
|------------|------|--------------|----------------|-----------------------------------|--------------------|------------|
| 08/03/2013 | 302 | | 13 | | 14 | |
| 13/03/2013 | 307 | | 13 | | 12 | |
| 19/03/2013 | 313 | | 13 | | 12 | |
| 22/03/2013 | 316 | | 13 | | 12 | |
| 28/03/2013 | 322 | | 12 | | 6 | |
| 02/04/2013 | 327 | | 12 | | 6 | |
| 08/04/2013 | 333 | | 12 | | 5 | |
| 17/04/2013 | 342 | | 12 | | 5 | |
| 22/04/2013 | 347 | | 12 | | 5 | |
| 26/04/2013 | 351 | | 12 | | 5 | |
| 29/04/2013 | 354 | | 12 | | 5 | |
| 07/05/2013 | 362 | | | | 3 | |
| 15/05/2013 | 370 | | | | 3 | |
| 20/05/2013 | 375 | | | | 3 | |
| 25/05/2013 | 380 | | | | 3 | |
| 31/05/2013 | 386 | | | | 3 | |
| 05/06/2013 | 391 | | | | 3 | |
| 10/06/2013 | 396 | | | | 3 | |
| 14/06/2013 | 400 | | | | | |

Tabla 50. Supervivencia de las náyades de cada uno de los 5 grupos de alimentación del experimento en tupperts. Las fechas indicadas corresponden a la fecha de revisión de la primera réplica de mayo de 2012. La segunda réplica de junio de 2012 se compara utilizando los días des de la siembra. El dato de supervivencia está calculado a partir del número real de ejemplares utilizados en cada réplica, que es diferente, y estandarizado a 100 para poder comparar los 5 grupos.

Crecimiento de juveniles de *U. mancus* en tupperts

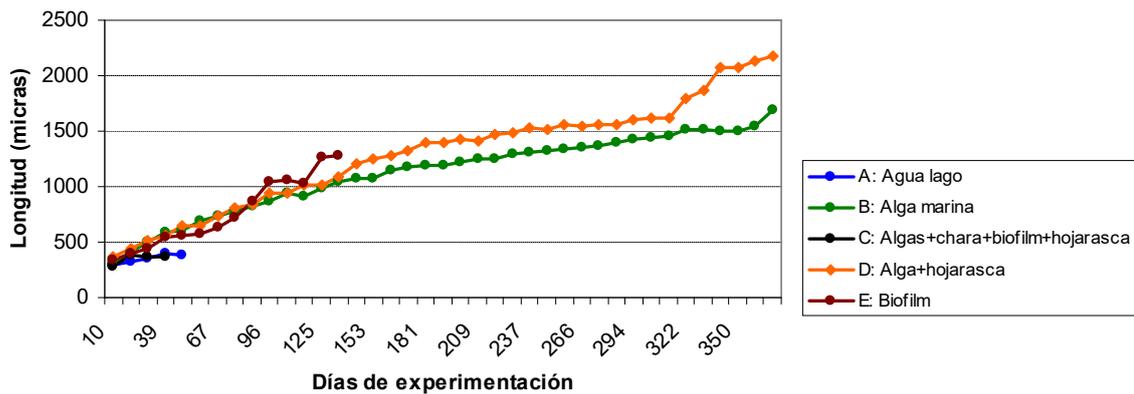


Figura 44. Evolución de la longitud media en promedio de los juveniles sembrados en tupperts en mayo de 2012 de los 5 grupos de experimentación. Los datos son un promedio de las dos réplicas de cada grupo de alimentación.

| Data | Días | A: Agua lago | B: Alga marina | C: Algas+chara+ biofilm+hojarasca | D: Alga+ hojarasca | E: Biofilm |
|------------|------|--------------|----------------|-----------------------------------|--------------------|------------|
| 20/05/2012 | 10 | 299 | 309 | 273 | 371 | 335 |
| 25/05/2012 | 15 | 330 | 410 | 377 | 434 | 390 |
| 08/06/2012 | 29 | 355 | 498 | 370 | 508 | 440 |
| 18/06/2012 | 39 | 401 | 590 | 374 | 559 | 540 |
| 27/06/2012 | 48 | 380 | 603 | | 645 | 564 |
| 06/07/2012 | 57 | | 697 | | 651 | 581 |
| 16/07/2012 | 67 | | 734 | | 735 | 639 |
| 25/07/2012 | 76 | | 773 | | 816 | 717 |
| 03/08/2012 | 85 | | 822 | | 840 | 865 |
| 14/08/2012 | 96 | | 862 | | 942 | 1041 |
| 23/08/2012 | 105 | | 939 | | 941 | 1052 |
| 03/09/2012 | 116 | | 911 | | 1016 | 1025 |
| 12/09/2012 | 125 | | 980 | | 1018 | 1258 |
| 20/09/2012 | 133 | | 1039 | | 1094 | 1280 |
| 01/10/2012 | 144 | | 1073 | | 1212 | |
| 10/10/2012 | 153 | | 1068 | | 1249 | |
| 19/10/2012 | 162 | | 1140 | | 1279 | |
| 29/10/2012 | 172 | | 1172 | | 1326 | |



| Data | Días | A: Agua lago | B: Alga marina | C: Algas+chara+ biofilm+hojarasca | D: Alga+ hojarasca | E: Biofilm |
|------------|------|--------------|----------------|-----------------------------------|--------------------|------------|
| 09/11/2012 | 181 | | 1190 | | 1391 | |
| 19/11/2012 | 190 | | 1193 | | 1401 | |
| 30/11/2012 | 200 | | 1225 | | 1422 | |
| 10/12/2012 | 209 | | 1252 | | 1406 | |
| 28/12/2012 | 219 | | 1252 | | 1469 | |
| 07/01/2013 | 228 | | 1296 | | 1488 | |
| 16/01/2013 | 237 | | 1304 | | 1522 | |
| 25/01/2013 | 247 | | 1316 | | 1521 | |
| 06/02/2013 | 256 | | 1343 | | 1552 | |
| 15/02/2013 | 266 | | 1357 | | 1550 | |
| 26/02/2013 | 275 | | 1368 | | 1565 | |
| 08/03/2013 | 284 | | 1394 | | 1561 | |
| 19/03/2013 | 294 | | 1424 | | 1599 | |
| 28/03/2013 | 303 | | 1439 | | 1615 | |
| 08/04/2013 | 313 | | 1453 | | 1619 | |
| 17/04/2013 | 322 | | 1511 | | 1793 | |
| 26/04/2013 | 331 | | 1517 | | 1867 | |
| 07/05/2013 | 341 | | 1504 | | 2072 | |
| 15/05/2013 | 350 | | 1504 | | 2069 | |
| 25/05/2013 | 360 | | 1550 | | 2132 | |
| 05/06/2013 | 369 | | 1696 | | 2174 | |

Tabla 51. Crecimiento de las náyades de cada uno de los 5 grupos de alimentación del experimento en tupperts. Las fechas indicadas corresponden a la fecha de revisión de la primera réplica de mayo de 2012. La segunda réplica de junio de 2012 se compara utilizando los días desde la siembra. El dato de crecimiento está calculado a partir del promedio de longitud de cada una de las dos réplicas medido en micras.

En los grupos B y D se observa una mortalidad del 30% hasta los 3 meses, posteriormente la mortandad se estabiliza y disminuye ligeramente hasta el final del experimento. Por lo que refiere al crecimiento, los juveniles del grupo D son de mayor tamaño que los del grupo B, seguramente por tener más alimento. El mayor crecimiento del grupo D se explica por la muerte de los ejemplares más pequeños y la supervivencia de los más grandes.

Aunque se ha conseguido hacer sobrevivir ejemplares en tupperts, el crecimiento ha sido muy pequeño, consiguiendo llegar a los 2 mm de promedio al año, cuando en otros sistemas se han conseguido crecimientos de entre los 6 y los 10 mm. Esto demuestra que el sistema no ofrece buenas condiciones de supervivencia y crecimiento, aunque se podría experimentar con una mayor renovación del agua o con un aporte superior de alimento.

Este experimento ha mostrado una cierta posibilidad de utilizar algas marinas y extracto de hojarasca para aportar un alimento complementario a las náyades en la fase de engorde y crecimiento en el laboratorio de cría. Hasta la fecha no se han aplicado suplementos alimenticios a las náyades en otros sistemas de siembra, aunque sería interesante mejorar el conocimiento sobre las concentraciones de alimento según la densidad de náyades.

| Días nacimiento | Primeros | Máximo | Final |
|-----------------|----------|--------|-------|
| 0 | 100,0 | 100 | 100 |
| 5 | 94,2 | 92 | 86 |
| 13 | 62,5 | 90 | 77 |
| 18 | 60,6 | 88 | 71 |
| 22 | 59,6 | 71 | 46 |
| 29 | 50,0 | 45 | 21 |
| 34 | 45,2 | 36 | 20 |
| 39 | 39,4 | 22 | 16 |
| 43 | 29,8 | | |

Tabla 52. Supervivencia de las náyades según los días transcurridos desde el nacimiento, en función si los juveniles son los caídos primero de los peces, en el momento de máxima caída o al final del proceso.

Experimento 2

En este experimento se intentaba comprobar la supervivencia de las náyades en función del momento de caída del pez. Tiene la misma supervivencia un juvenil que cae del pez una vez madurado a los 20 días que un hermano suyo que cae del pez a los 23 días o a los 26? La intención era comprobar si la viabilidad del juvenil es diferente si la náyade es de las primeras en caer del pez, si lo hace en el pico máximo de caída o más hacia el final del proceso.

Se colocaron 200 ejemplares en un tupper con un cubito de algas marinas, con cambios de agua y del aporte de algas cada 5 días. No se tomaron medidas sino que solo se atendió a la supervivencia. Los resultados con una sola réplica no permiten sacar muchas conclusiones, pero se detecta una supervivencia cercana al 30 % a los 40 días en los primeros ejemplares y pocas diferencias entre los tres grupos.

Los juveniles que han sobrevivido al experimento se han sembrado en dos jaulas pequeñas en el fondo del lago en la zona de Can Morgat. No se han revisado a finales de 2013 y se espera hacerlo a primeros de 2014.

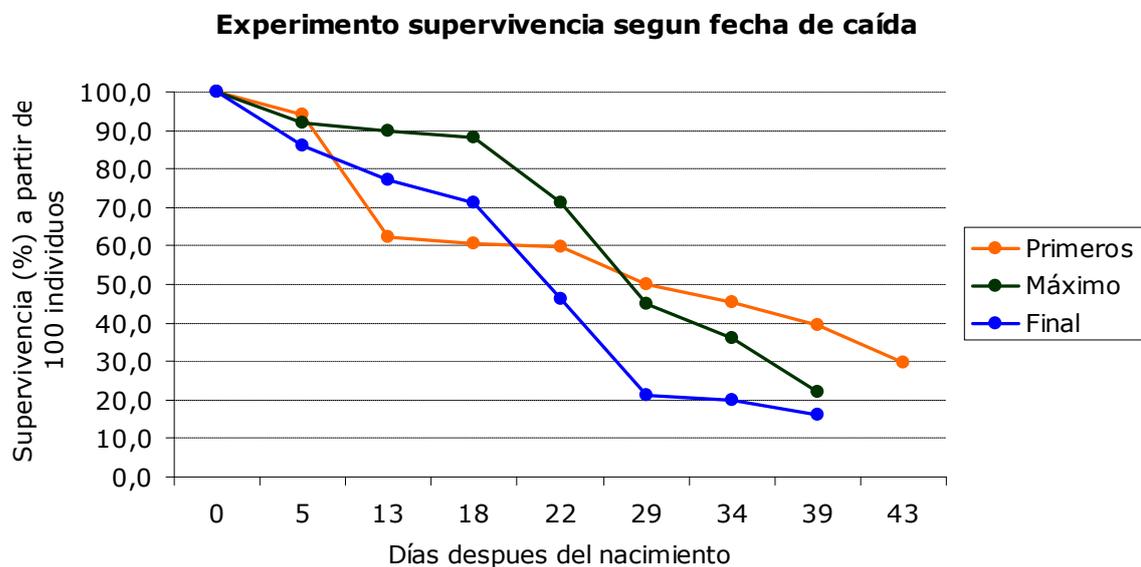


Figura 45. Supervivencia de las náyades según los días transcurridos desde el nacimiento en función si los juveniles son los caídos primero de los peces, en el momento de máxima caída o al final.

3.6.8. Siembra en el canal de tubo y el canal de hormigón

Los nuevos canales en forma de tubo, o el canal de hormigón construidos en 2013, están pensados para tener agua en circulación continua simulando una acequia o un arroyo (foto 62 a 69). En el canal en forma de tubo se ha colocado sedimento en el interior, utilizando una arena fina de menos de 1 m de diámetro para cubrir el fondo y encima se cubre con 3 cm de sedimento del lago. Se ha utilizado esta arena fina porque en caso de querer revisar el sedimento mediante succión con manguera, a través de un conjunto de filtros de diferente longitud de malla, se pueden obtener muestras limpias con juveniles y de forma rápida. El sistema de agua funciona de la siguiente forma: el agua que entra en las piscinas exteriores a través de un programador (alterna 2 horas funcionando y 2 parado) sale por un desagüe superficial, y esta agua recogida es la que entra una parte hacia el canal en forma de tubo y otra parte hacia los canales de hormigón que hay a continuación de los primeros. Los canales en forma de tubo además tienen un sistema de recirculación del agua que entra por uno de los tubos, y al final del otro, situado en paralelo, hay un par de bombas para recircular el agua. Cuando entra agua en el canal de tubo hay un rebosadero por donde sale el agua equivalente; en



cambio, cuando no entra agua en el tubo, este simplemente recircula el agua que hay dentro. Los canales de hormigón solo funcionan con el agua de entrada con un flujo de entrada por un extremo y una salida por el otro.

Canal de tubo

Este sistema se ha utilizado para sembrar 7.766 juveniles de *mancus* y 9.119 *ravoisieri* nacidos en 2013. Existen 2 tubos construidos en paralelo, uno dedicado a *mancus* y el otro a *ravoisieri*. Cada tubo se ha dividido en 3 compartimientos continuos, para sembrar en cada uno de ellos ejemplares de 2011, 2012 y 2013. En el tubo de *mancus* se han sembrado 100 ejemplares de *mancus* de 2+ años del 2011, aunque al final del proyecto solo se han dejado 50. En el tubo de *ravoisieri* se han sembrado también 100 ejemplares de 2+ años (2011), aunque al final del proyecto solo se han dejado 50.

Se han sembrado también 22 juveniles de *ravoisieri* 1+ de 2012 provenientes de la piscina 2, y 135 *mancus* 1+ de 2012 provenientes de una caja CA2 de la piscina 4.

Los datos de supervivencia y crecimiento de los ejemplares sembrados en el canal de hormigón se pueden consultar en las tablas con datos completos de las generaciones correspondientes de 2011 y 2012 de *mancus* y *ravoisieri*.

Canal de hormigón

Este sistema funciona con cajas con sedimento sumergidas y esto, como ya hemos comentado, supone un riesgo porque los juveniles de mayor tamaño pueden saltar de las cajas y moverse a través del canal.

En este sistema se han sembrado U. *mancus* en cajas de 2011 y 2012. En el canal 1 se sembraron en 2012 2 cajas (CA+B) con 257 juveniles edad 2+ nacidos en 2011, recolectados en dos cajas que estaban en la piscina 8. Estas cajas se revisaron obteniendo 41 ejemplares vivos que fueron sembrados en el lago directamente en octubre de 2013.

En el canal 1 también se sembraron el 15/5/13 en la caja C 129 juveniles provenientes de la piscina 8 de edad 1+ del 2012. En 17/10/13 se revisan y se obtienen 75 ejemplares vivos que se siembran en el lago en una jaula pequeña. Finalmente, en el canal 2 se siembran en dos cajas unos 200 juveniles que provienen de la pila de incubación con fecha de mayo del 2013 y que aun se conservan en el canal sin haber sido revisados hasta la fecha.

Los datos de supervivencia y crecimiento de los ejemplares sembrados en el canal de hormigón se pueden consultar en las tablas con datos completos de las generaciones correspondientes de 2011 y 2012 de *mancus* y *ravoisieri*.

3.6.8. Siembra en jaulas en el lago

La primera siembra de juveniles en bandeja en el lago no funcionó como se esperaba, y se pudo comprobar el efecto directo de la depredación sobre las náyades. Visto esto se decidió apostar por la siembra de juveniles en jaulas. La estrategia fue primero utilizar dos formatos de jaulas que luego fueron complementados con otros modelos. Estos dos formatos de jaulas iniciales sirvieron para realizar un experimento para comprobar si las náyades juveniles se alimentaban mejor sembradas en el sedimento o sueltas en un recipiente flotando en aguas libres. A continuación se describen las jaulas utilizadas:

|  | | | |
|---|-----------|--|---|
| Tipo de Jaula | Nº jaulas | Medidas | Imagen |
| Jaula de suelo | 12 | 30 x 20 x 20 cm Clavada en el sedimento del lago. Base con varillas de hierro para pesar y clavarse en el sedimento. Recubierto de plástico de 0,5 cm de luz de malla. Boya para visibilidad y etiqueta. |  |
| Jaula flotante | 12 | Cilindro de 15 cm. de diámetro por 30 de alto. Flotante. Recubierto de plástico de 0,5 cm de luz de malla. Boya para flotación, visibilidad y etiqueta. Ladrillo para fijación en el suelo. Recubierto de plástico de 0,5 cm de luz de malla. |  |
| Jaula grande 1 | 1 | 100 x 50 x 50 cm. Jaula de acero inoxidable rectangular con patas para ser clavada en el suelo. Tapa de abertura superior para introducir las náyades. Puede colocarse una tabla de madera en el fondo para retener el sedimento que se pone dentro en caso de no clavarse mucho. Recubierto de plástico de 0,5 cm de luz de malla. |  |
| Jaula grande 2 | 1 | 100 x 50 x 50 cm. Jaula de aluminio como la anterior. | Recubierto de plástico de 0,5 cm de luz de malla. |
| Jaula mediana malla pequeña | 2 | 80 x 40 x 40 cm. Jaula de acero inoxidable rectangular con patas o sin ellas. Tapa de abertura superior fijada con bridas. Recubierto de plástico de 0,5 cm de luz de malla. |  |
| Jaula mediana malla grande | 2 | 80 x 40 x 40 cm. Como la anterior pero recubierto de plástico de 1 cm. de luz de malla. | |

Tabla 53. Diferentes tipos de jaulas utilizadas en el proyecto.

Experimento de jaulas de suelo y flotantes en el lago

Este experimento consistió en colocar 6 jaulas flotantes y 6 jaulas de suelo en 3 localidades del lago de Banyoles, dos de cada tipo en cada localidad. En las jaulas de suelo se sembraron 15 juveniles de *mancus* del año 2011 crecidos en la piscina 1 y de longitud superior a 1 cm. En las jaula flotantes solo se sembraron 10 ejemplares en cada jaula. En total se utilizaron 150 ejemplares de más de 1 cm sacados de la piscina 1.

Por lo que refiere a supervivencia, al inicio del experimento se disponía de 150 ejemplares y al final de 121. La principal mortalidad la sufrieron en las primeras fases entre la siembra y la primera revisión. Hay que destacar que los ejemplares provenían de piscina 1 en el momento en el cual había una fuerte mortalidad de ejemplares de tallas grandes. Es probable que alguno de los ejemplares recolectados ya estuviese en malas condiciones al empezar el experimento y con el estrés del momento se produjeron estas muertes. Luego el proceso sufrió pocas bajas, incluso en el formato de jaulas flotantes, aunque proporcionalmente la mortandad fue en las jaulas flotantes que en las de suelo.



| Fecha | Cajas suelo | Cajas flotantes | Total vivas |
|------------|-------------|-----------------|-------------|
| 20/12/2012 | 90 | 60 | 150 |
| 16/04/2013 | 78 | 50 | 128 |
| 28/05/2013 | 78 | 50 | 128 |
| 07/08/2013 | 77 | 46 | 123 |
| 16/10/2013 | 76 | 45 | 121 |

Tabla 54. Total de juveniles de *manacus* en las jaulas de suelo y flotantes en el lago a lo largo del experimento desde su inicio en diciembre de 2012.

Los juveniles se midieron cada vez que se revisaban las jaulas. Se aprecia un crecimiento superior en las jaulas de suelo, significativo aún teniendo en cuenta que de partida, los ejemplares de las jaulas de suelo eran ya ligeramente mayores que los de las jaulas flotantes. Se aprecia un cierto estancamiento en el crecimiento en la última revisión, y es que hay que explicar que las jaulas en el lago sufren un proceso muy intenso de colmatación de la malla por el crecimiento de algas diatomeas que forman un film que cubre casi por completo la jaula y dificulta la circulación del agua dentro (fotos 320 a 335). Esto obliga a realizar un raspado de la superficie de las jaulas cada dos meses, aunque otra opción es sacar la jaula fuera, limpiarla y volver a sembrar de nuevo. Es mejor sacar la jaula cada cierto periodo, y es importante asegurarse que las náyades tienen suficiente sedimento dentro de la jaula, por lo que esta tiene que estar bien hundida en el sedimento para la buena fijación de los juveniles.

Crecimiento de juveniles en dos sistemas de jaulas en el lago

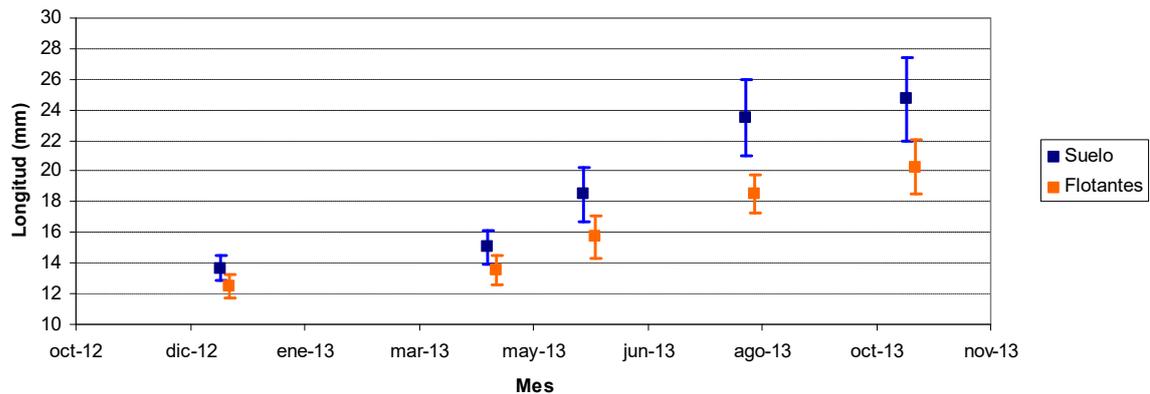


Figura 46. Longitud en mm de los juveniles de *manacus* sembrados en jaulas de suelo o jaulas flotantes en el lago a lo largo del experimento.

| Días | Fecha | Longitud media | | Long. máxima | | Long. mínima | | Desviación estándar | |
|------|------------|----------------|-----------|--------------|-----------|--------------|-------|---------------------|-----------|
| | | Suelo | Flotantes | Suelo | Flot-0.º. | Suelo | Flot. | Suelo | Flotantes |
| 570 | 20/12/2012 | 13,7 | 12,5 | 16,0 | 14,0 | 12,0 | 11,0 | 0,8 | 0,7 |
| 687 | 16/04/2013 | 15,0 | 13,6 | 19,2 | 15,8 | 12,5 | 11,7 | 1,1 | 0,9 |
| 729 | 28/05/2013 | 18,5 | 15,7 | 23,7 | 19,0 | 12,5 | 13,4 | 1,8 | 1,4 |
| 800 | 07/08/2013 | 23,5 | 18,5 | 29,8 | 20,8 | 13,3 | 15,2 | 2,5 | 1,2 |
| 870 | 16/10/2013 | 24,7 | 20,3 | 31,9 | 24,9 | 17,5 | 17,5 | 2,8 | 1,8 |

Tabla 55. Longitud en mm de los juveniles sembrados en jaulas de suelo o jaulas flotantes en el lago.



Jaulas grandes lago

Se han instalado dos jaulas en el lago, enterradas un poco en el sedimento y rellenas por dentro también para cubrir el fondo. En una jaula se han sembrado 100 *manacus* y en otra 100 *ravoisieri*, de 1 año nacidos en 2011, en abril de 2012. Se han añadido 151 *manacus* a la jaula el 28/5/12 y 43 *ravoisieri*, y se han tomado algunas muestras para ver su evolución en el tiempo (fotos 336 a 348). Los juveniles han mostrado una buena supervivencia y crecimiento, aunque en los últimos meses mostraron un cierto estancamiento que se puede explicar por el cubrimiento de la malla de las jaulas por algas dificultando la renovación del agua de dentro.

En la revisión final de los 251 ejemplares de la jaula de *manacus*, 234 estaban vivos al final del proceso, y una mayor proporción con *ravoisieri* donde solo ha habido 2 bajas.

| Días des de la siembra | Juveniles de U. <i>manacus</i> | Longitud <i>manacus</i> en mm. | Juveniles de U. <i>ravoisieri</i> | Longitud en mm. |
|------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------|
| 715 | 100 | 12.3 | 100 | 19,1 |
| 750 | 100 | 16.8 | 143 | 21.8 |
| 800 | 251 | 17.8 | 143 | 25.1 |
| 870 | 234 | 18.1 | 141 | 24.7 |

Tabla 56. Resumen del numero de ejemplares y su crecimiento desde la siembra de *manacus* y *ravoisieri* en la jaulas grandes en el lago hasta su revisión en octubre de 2013.

Jaulas pequeñas de suelo

El 14/6/13 se siembran tres jaulas pequeñas de suelo en la zona de Can Morgat.

- Jaula con *manacus* de la Pila de Incubación edad 1+ de 2012.

Se siembran 100 ejemplares recogidos al azar en la pila de incubación sembrados originalmente en 2012. Ha habido algunos problema al meter los juveniles dentro de la jaula en el agua, y es posible que algunos ejemplares hayan caído fuera. Hay que tener en cuenta este comentario en el momento de revisar la jaula.

- Jaula con *manacus* del experimento de tupper de la prueba de 2013 edad 0+

Esta jaula al final no se ha sembrado porque los juveniles se han caído en la barca y han acabado en el lago.

Jaula con *manacus* del experimento de tupper de la prueba de 2012 edad 1+ grupos B

Se meten al menos 30 juveniles de *manacus* en la jaula ayudándose de una jeringa y un tubo. Algunas náyades se pegan en la jeringa, pero se intentan finalmente meter todos en la jaula. Algún ejemplar se puede haber roto. Quedan 2 náyades fijadas a la pared de la jeringa que se juntan con las náyades de los tupper de otra jaula.

- Jaula con *manacus* del experimento de tupper de la prueba de 2012 edad 1+ grupos D

Se meten al menos 20 juveniles de *manacus* en la jaula con una jeringa y un tubo. Algunas náyades se pegan en la jeringa, pero finalmente se meten todos en la jaula.

Jaulas medianas de malla pequeña

En octubre de 2013 se utilizan 2 de estas jaulas medianas con una malla de 0,5 cm de luz, para mantener juveniles de edad 1+ (del 2012) de náyades antes de su suelta en la naturaleza. Son las jaulas 1 y 5, una con 274 *manacus* de la pila de



incubación de 2012 edad 1+, y otra con 94 procedentes de la caja en piscina 4 y cajas en el canal de hormigón (tabla 59).

Jaulas medianas de malla grande

En octubre de 2013 se utilizan 2 de estas jaulas medianas con 1 cm de luz de malla para mantener juveniles de náyades antes de su suelta en la naturaleza.

Se introducen en la jaula 3: 50 *mancus* de edad 2+ y 50 *ravoisieri* edad 2+ procedentes del canal en tubo, y pendientes de soltar en la naturaleza.

La jaula 4 tiene 118 *mancus* marcados con punto lila que provenían de la caja en piscina 4 y 114 *mancus* de edad 2+ de la Jaula grande del lago pero que eran demasiado pequeños para ser soltados en el lago (tabla 59).

3.6.9. Siembra natural a partir de peces infectados liberados

Se han infectado peces autóctonos, bagres y barbos, con gloquidios y han sido liberados en el lago de Banyoles y en la zona de la riera de Can Morgat (foto 318).

Se han liberado en el lago entre 2012 y 2013, 3517 peces parasitados con centenares y miles de gloquidios de *U. mancus* y *U. ravoisieri* (tabla 24). Se desconoce la mortalidad natural de estos peces liberados en condiciones naturales en el lago de Banyoles donde existe una enorme presión de depredación por peces exóticos invasores como la perca americana o la Sandra. Esta mortalidad era mayor en los peces pequeños, y hay que tener en cuenta que estos peces deben sobrevivir al menos 20 días para que los juveniles de náyade se suelten y puedan caer al sedimento. Otro aspecto a tener en cuenta es la movilidad de los peces, pues estos se pueden trasladar a zonas del lago con el fondo cubierto por caráceas (*Chara* sp.), un alga que crece en masas densas de hasta 2 metros de alto, o pueden caer a profundidades mayores de 14 metros comprometiendo la supervivencia del juvenil. En relación a esta movilidad si que se comprobó por parte del personal del proyecto LIFE que una gran parte de los peces se había trasladado a las acequias de salida de agua del lago, permaneciendo allí durante muchos días (com. personal). Justo en esta zona se han detectado en 2013 un aumento desproporcionado de los juveniles de náyade confirmando la relación entre estos ejemplares liberados, su movimiento y la aparición de ejemplares de náyade de pequeña talla (1 año de edad). Los peces se soltaron mayoritariamente en tres zonas del lago, la zona de salida del canal de remo al sur, la zona de la Pesquera del Cap de Bou en el Parque de la Draga y en una pasarela de madera de la zona norte en Lió.

En una estimación optimista, con un 25-50% de supervivencia de estos 3500 peces parasitados liberados, y calculando una infección a la baja de 100-150 juveniles por pez, se pueden haber soltado de esta forma entre 90.000 y 200.000 juveniles de *Unio mancus* y *U. ravoisieri*. Se han liberado muchos mas peces con gloquidios de *mancus* que de *ravoisieri* (tabla 24), 2.219 por 1.298.

Una parte importante de los 1.457 peces liberados en primavera de 2012 en el lago se vieron luego en las acequias de Banyoles, lugar donde normalmente no había peces autóctonos. Esto quiere decir que los peces autóctonos infectados con náyades liberados en el lago salieron de este a través de las acequias. Incluso en un episodio donde se secó parcialmente una acequia, aparecieron algunos barbos muertos en las acequia de Can Teixidor, justo en un lugar de gran densidad de náyades adultas y de nuevos juveniles de poca edad. Esto significa que puede haber juveniles de náyades sembrados de esta forma en todas las acequias y arroyos del entorno del lago. Además algunos de estos peces se dejaron también en el arroyo de Can Morgat y no se descarta que los peces soltados en el lago hayan remontado los arroyos que aportan agua al lago.



3.7. Repoblación del medio natural con los juveniles criados y estado final de las poblaciones de náyades

3.7.1. Juveniles de *manacus* liberados en el lago, arroyos y acequias

Los juveniles liberados en el lago en octubre de 2013 son aquellos procedentes de la primera generación de 2011 sembrados en la piscina 1. Después de pasar por diferentes lugares de siembra y experimentos, se han escogido 278 juveniles para ser liberados en el lago. Previo a su liberación se han medido (longitud en mm) y se han marcado con una etiqueta plástica pegada con superglu en gel con unos números correlativos desde el A001 al A-278 de color verde (fotos 306 a 313c). Se han sembrado en tres localidades formando tres grupos. 1: en la localidad UMA 1 se han sembrado 79 ejemplares que provenían de la jaula grande de acero inoxidable en la zona de los Banyes vells, en la zona urbana del lago cerca de la salida de la acequia Mayor. 2: 121 juveniles han sido liberados en la acequia de la Figuera d'en Xo, una acequia que no tenía náyades según las prospecciones realizadas en 2013. 3: se han liberado 78 juveniles en el arroyo de Can Morgat en un tramo cercano a su desembocadura en el lago donde tampoco se tenía constancia de presencia de náyades (tabla 57). Se espera realizar algún muestreo de control en 2014.

| Lugar | Especie y números de las marcas | Long. mm. | Detalles |
|--|---|-----------|--|
| UMA 1. Lago - Banyes Vells UTMx: 480092, y:4663426 | 79 juveniles de la Jaula grande de acero A122-A200 verde UMA 2+ | 20.3 | Unos 10 metros dentro del Lago alrededor de un estromatolito delante de la salida de la acequia. |
| UMA 2. Acequia Figuera d'en Xo UTMx: 480419, y:4663579 | 121 juveniles de las jaulas de suelo y flotantes A001-A121 verde UMA 2+ | 23.1 | A 10 metros aguas abajo de la calle de la Sardana, entre poblaciones de juncos. En las zonas de sedimento sin juncos. |
| UMA 3. Arroyo de Can Morgat UTMx: 479598, y:4664446 | 78 juveniles de la Jaula grande de acero y de la cajas en canal de hormigón A201-A278 verde UMA 2+ | 20.6 | Arroyo de Can Morgat entre la carretera de circunvalación y desembocadura, a unos 15 metros de la carretera, zona profunda con árboles caídos. |

Tabla 57. Tabla resumen de los juveniles de *U. manacus* de 2+ años criados en el laboratorio y soltados en el lago al finalizar el proyecto.

3.7.2. Juveniles de *ravoisieri* liberados en el lago

Los juveniles liberados en el lago en octubre de 2013 son aquellos procedentes de la primera generación de 2011 sembrados en la piscina 2. Después de pasar por diferentes lugares de siembra y experimentos, se han escogido 224 juveniles para ser liberados en el lago. Previo a su liberación se han medido (longitud en mm) y se han marcado con una etiqueta plástica pegada con superglu en gel con unos números correlativos desde el A001 al A-224 de color naranja (fotos 306 a 313c). Se han sembrado en tres localidades formando tres grupos. 1: en la localidad URA 1 se han sembrado 83 ejemplares que provenían de unas cajas con sedimento de la piscina 4 en la zona de la Cuaranya al este del lago. 2: 67 juveniles han sido liberados en la caseta de fusta cerca de la zona de baño público en el lago. 3: se han liberado 74 juveniles en la zona de la Draga, en el litoral del lago cerca de este parque. Se espera realizar algún muestreo de control en 2014.



| Lugar | Especie y números de las marcas | Long. mm. | Detalles |
|--|---|-----------|---|
| URA1. La Cuaranya UTMx: 479866, y:4664228 | 83 juveniles de cajas en la piscina 4 A001-A083 naranja URA 2+ | 26.3 | Dirección línea entre Cuaranya y Pasera de Lió. Sembrados la mitad hacia el mansegar con piedras, y la otra mitad hacia el interior del lago donde hay sedimento. |
| URA 2. Caseta de Fusta UTMx: 480255 y:4664421 | 67 juveniles de la Jaula grande de aluminio A084-A150 naranja URA 2+ | 22.9 | Mas arriba de la caseta, a la primera entrada después al norte. |
| URA 3. La Draga UTMx: 480153, y: 4664160 | 74 juveniles de la Jaula grande de aluminio A151-A224 naranja URA 2+ | 26.6 | Alrededor de un estromatolito redondo, entre Cap de Bou y captación de agua de la balsa de la Draga. |

Tabla 58. Tabla resumen de los juveniles de *U. ravoisieri* de 2+ años criados en el laboratorio y soltados en el lago al finalizar el proyecto.

3.7.3. Situación final de los juveniles criados en el laboratorio

En octubre de 2013 se realizó una revisión de todos los juveniles sembrados en diferentes sedimentos en el laboratorio de cría de náyades, y posteriormente se recolocaron con vistas a su revisión en 2014.

Una vez revisados y sembrados los ejemplares esta es la estado final de los juveniles al final del proyecto:

| Lugar de siembra | Sistema | Especie | Año | Edad | Número y origen |
|------------------|------------------------|-----------------------------------|-------------|-----------|--|
| Piscina 1 | Sedimento | <i>mancus</i> | 2013 | 0+ | 36.000 primera siembra |
| Tubo 2.2 | Sedimento | <i>mancus</i> | 2013 | 0+ | 7.700 primera siembra |
| | | | 2013 | 0+ | Total 43.700 |
| Tubo 2.1 | Sedimento | <i>mancus</i> | 2011 | 2+ | 50 originalmente de piscina 1 |
| Can Morgat, Lago | Jaula 3, malla grande | <i>mancus</i> | 2011 | 2+ | 50 procedente del Tubo 2.1. Mezclados con 50 <i>ravoisieri</i> . |
| Can Morgat, Lago | Jaula 4, malla grande | <i>mancus</i> | 2011?? | 2+ | 118 marcados con punto lila de caja en piscina 4 y 114 pequeños de la Jaula grande del Lago. |
| | | | 2011 | 2+ | Total 218 |
| Tubo 2.3 | Sedimento | <i>mancus</i> | 2012 | 1+ | 135 |
| Can Morgat, Lago | Jaula 1, malla pequeña | <i>mancus</i> | 2012 | 1+ | 94. Procedentes 14 de la caja Pis4, 2 del suelo Canal y 75 CajaC Canal1 |
| Can Morgat, Lago | Jaula 5, malla pequeña | <i>mancus</i> | 2012 | 1+ | 274 de Pila de incubación |
| Canal 2 | Cajas con sedimento | <i>mancus</i> x <i>ravoisieri</i> | 2012 | 1+ | 2 cajas con 100 y 100 juveniles de la pila de incubación |
| Can Morgat, Lago | Jaula 6, grande inox | <i>mancus</i> x <i>ravoisieri</i> | 2012 | 1+ | 700 aprox. de PIS3 (mitad de 1384) |
| Can Morgat, Lago | Jaula 2, grande inox | <i>mancus</i> x <i>ravoisieri</i> | 2012 | 1+ | 700 aprox. de PIS3 (mitad de 1384) |
| Can Morgat, Lago | Jaula de suelo pequeña | <i>mancus</i> | 2012 | 1+ | 100 de la Pila de incubación |
| Can Morgat, Lago | Jaula de suelo pequeña | <i>mancus</i> | 2012 | 1+ | 32 de los tupperes grupo B |
| Can Morgat, Lago | Jaula de suelo pequeña | <i>mancus</i> | 2012 | 1+ | 21 de los tupperes Grupo D |
| | | | 2012 | 1+ | Total 2.240 |

Tabla 59. Tabla resumen de la situación de los juveniles criados en el laboratorio de *U. mancus* al finalizar el proyecto.

|  | | | | | |
|---|-----------------------|-------------------|-------------|-----------|--|
| Lugar de siembra | Sistema | Especie | Año | Edad | Número y origen |
| Piscina 2 | Sedimento | <i>ravoisieri</i> | 2013 | 0+ | 4.300 primera siembra |
| Tubo 1.2 | Sedimento | <i>ravoisieri</i> | 2013 | 0+ | 9.100 primera siembra |
| | | <i>ravoisieri</i> | 2013 | 0+ | Total 13.400 |
| Tubo 1.1 | Sedimento | <i>ravoisieri</i> | 2011 | 2+ | 50 originalmente de piscina 2 |
| Can Morgat, Lago | Jaula 3, malla grande | <i>ravoisieri</i> | 2011 | 2+ | 50 procedente del Tubo 1.1. Mezclados con 50 <i>mancus</i> . |
| | | | 2011 | 2+ | Total 100 |
| Tubo 1.3 | Sedimento | <i>ravoisieri</i> | 2012 | 1+ | 64 primera siembra |

Tabla 60. Tabla resumen de la situación de los juveniles criados en el laboratorio de *U. ravoisieri* al finalizar el proyecto.

Al finalizar el proyecto se mantienen 218 juveniles de *U. mancus* de edad 2+ nacidos en 2011, 2240 juveniles de edad 1+ nacidos en 2012, y la siembra original de 43.700 juveniles de edad 0+ del 2013. Hay que tener en cuenta que una parte pequeña de los juveniles del año 2012 pueden ser también *U. ravoisieri* puesto que se mezclaron individuos en la piscina 3 y en la pila de incubación.

Por lo que refiere a *U. ravoisieri*, se mantienen 100 juveniles de edad 2+ nacidos en 2011, 64 de edad 1+ nacidos en 2012 y la siembra original de 13.400 juveniles de edad 0+ del 2013.

3.8. Éxito de las repoblaciones

Para valorar el éxito del proyecto sería muy interesante obtener datos de las liberaciones de náyades al medio natural.

La primera revisión de juveniles sembrados en una caja con sedimento en el lago en diciembre de 2012 no fue muy positiva pues se encontraron conchas muertas. Se habían sembrado 100 ejemplares de 1 cm de longitud crecidos en la piscina 1, y solo se encontraron conchas rotas. No obstante se detectó un ejemplar juvenil vivo al lado de la caja que probablemente corresponde a un ejemplar que saltó de la caja. Esto determina la posibilidad de que queden otros ejemplares libres en la zona (ver apartado 3.6.4). En esta misma ocasión y lugar se habían sembrado 500 juveniles recién nacidos en 2012 pero no se detectó ningún sobreviviente en la revisión de octubre del mismo año (ver apartado 3.6.6).

Estructura de tallas en acequias 2010-12

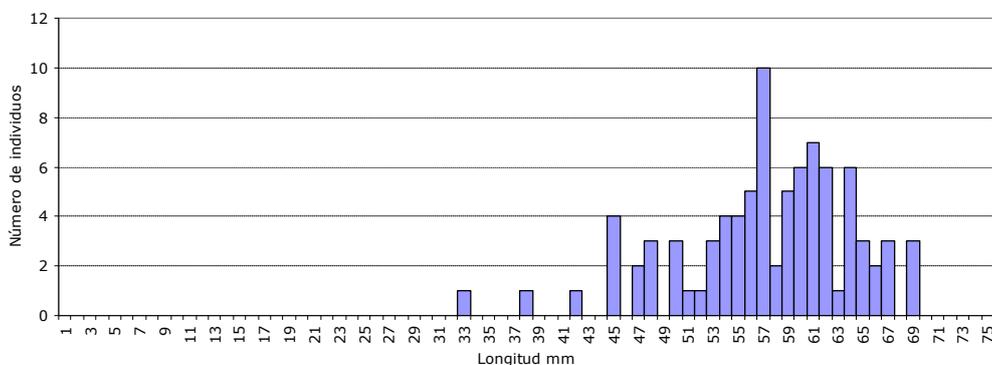


Figura 47. Estructura de tallas de la población de *U. mancus* en las acequias de Ca n'Hort y la de Teixidor en los años 2010, 2011 y 2012. Se observa que hay muy pocos individuos por debajo de los 40 mm. de longitud.



Estructura de tallas en acequias 2013

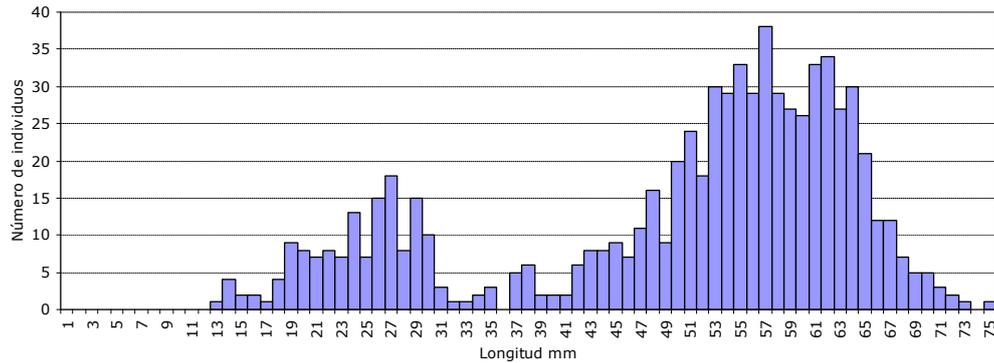


Figura 48. Estructura de tallas de la población de *U. mancus* en las acequias de Ca n'Hort y la de Teixidor en el año 2013. Se observa el grupo de edad 0+ nacido en 2012 con tamaños entre los 13 y los 35 mm.

Se han sembrado también en 2012 juveniles recién nacidos en el arroyo de Can Morgat y las acequias (ver apartado 3.6.6). La revisión del arroyo de Can Morgat no se ha realizado y en las acequias se ha detectado un ejemplar juvenil en la zona de suelta en la acequia de ca n'Hort cerca del lago. Los mejores resultados se han obtenido en la acequia de ca n'Hort y la de Teixidor, en donde se sembraron juveniles en cajas, aunque esta se volcó, y también donde se observaron peces autóctonos que habían sido soltados infectados con larvas de náyades.

Las otras sueltas de ejemplares libres se han producido en octubre de 2013 a partir de ejemplares del laboratorio de 2,5 años de edad. Hasta 2014 no se van a obtener datos de estas sueltas.

La aparición de numerosos juveniles de náyade de pequeño tamaño en las prospecciones de las acequias de 2013 es debida en gran parte a estas repoblaciones con peces infectados. Para comprobar los datos basta con comparar la estructura de tallas de las náyades de las acequias de can Hort y Teixidor en 2011-12 y 2013 (figura 47 y 48). Se puede ver en el gráfico del 2013 donde aparece un grupo de edad correspondiente a los ejemplares nacidos en 2012 con tamaños entre los 13 y 35 mm.

Estructura de tallas en la acequia de ca n'Hort y Teixidor en 2013

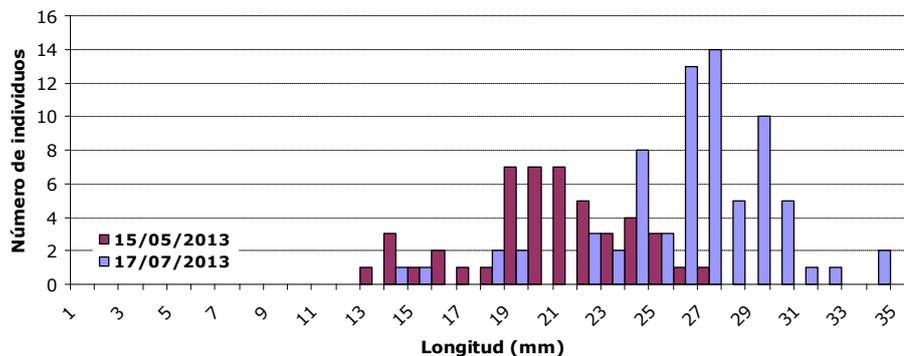


Figura 49. Estructura de tallas de la población de ejemplares menores de 35 mm, correspondientes a juveniles de 1,5 años (nacidos en 2012) de *U. mancus* en las acequias de Ca n'Hort y la de Teixidor en dos muestreos del año 2013, uno en mayo y otro a los 2 meses en julio.

Además los dos muestreos de 2013 permiten ver como crecen estos individuos juveniles, confirmando unas tasas de crecimiento muy superiores a las esperadas hasta el momento (figura 49). Entre el primer muestreo del 15 de mayo y el segundo del 17 de julio han pasado 62 días y de media, la población de ejemplares



menores de 35 mm ha aumentado desde los 19,9 a los 25,7 mm con un crecimiento aproximado medio de unos 2,8 mm/mes. Este dato era similar al de la náyade localizada en el lago escapada de una caja con sedimento en 2012 al cual se le asignaba un crecimiento de 3 mm/mes. A partir de los datos de este muestreo en acequias se puede establecer un rango de tamaños para *U. mancus* que iría entre lo 10-16 mm en el invierno del primer año (edad 0+) y los 34-40 mm del segundo invierno (edad 1+). Es probable que algunos ejemplares que queden en malas condiciones, tapados por hojarasca o por otras causa, puedan tener crecimientos menores.

| | 15/5/2013 | 17/7/13 | Crecimiento | mm/mes |
|-------------|-----------|---------|-------------|------------|
| Longitud mm | 19.9 | 25.7 | 5.8 | 2.8 mm/mes |

Tabla 61. Longitud media de los ejemplares capturados menores de 35 mm en los dos muestreos de 2013 en la acequia de Ca n'Hort y de Teixidor. Se ha calculado el crecimiento entre las dos fechas y el crecimiento mensual derivado.

| | 1er invierno | 2do invierno |
|----------------------|--------------|--------------|
| Longitud invierno mm | 10-16 | 34-40 |
| Crecimiento mm/mes | 2-3.2 | 22.5-3 mm |
| Meses de crecimiento | 5 o 6 | 8 |

Tabla 62. Estimación de las longitudes que tienen los juveniles de *U. mancus* al final del primer y segundo invierno, y ritmo durante los meses de crecimiento (marzo a octubre).

3.9. Supervivencia de los juveniles criados en el laboratorio

La supervivencia ha sido bastante variable a lo largo del proyecto. Las mejores tasas se han obtenido a partir de los ejemplares sembrados en 2011 en las piscina 1 y 2. Se han observado mortalidades súbitas o bruscas en juveniles procedentes de buenas siembras como los UMA de 2012 de la caja Piscina 4 (de 38,3 % a 1% en poco tiempo). Algunas siembras han acabado con todos los ejemplares muertos a los 250 días o a los 575 días. En resumen, se han obtenido supervivencias de entre el 10-30 % a los 350 días de la siembra, y de 1-10 % a los 500 días. En estos datos no se tienen en cuenta los valores más altos de la generación de 2011 por el tema de que no se conoce con exactitud el número de juveniles sembrados de inicio (tabla 62).

| Especie | UMA | UMA | Usp. | URA | URA | Usp. | UMA | UMA | UMA | UMA | URA | URA | UMA | |
|--------------------|-----------------|-----------|-----------|-------|-------|-------|------------|-----|------|------|------------|----------|-----|-----|
| Año | 2011 | 2011 | 2012 | 2011 | 2012 | 2012 | 2012 | | | | 2012 | 2012 | | |
| Lugar siembra | Pis1 | Pil. Inc. | Pil. Inc. | Pis 2 | Pis 2 | Pis 3 | Caja Pis 4 | | | | Caja Pis 4 | Tup pers | | |
| Días siembra | % Supervivencia | | | | | | | | | | | | | |
| 0 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 150 | | 13,2 | 36,4 | | | 30 | 44 | | | | | | | |
| 250 | | 0 | 14 | | | 0,7 | 38 | 1,6 | 17,5 | 38,3 | | | | |
| 350 | 77 | | 6,1 | 33 | x | 32 | | | | 18,2 | 9,8 | 0,7 | 3 | |
| 500 | 28 | | 3,5 | 24 | | 8 | 1 | 1 | 1 | x | | | | |
| 575 | 21 | | x | | | x | | | | | 0 | 0 | | |
| 700 | 20 | | | 19 | | | | | | | | | | |
| 870 | 17 | | | 18 | | | | | | | | | | |
| 930 Final proyecto | x | RIP | x | x | x | x | x | x | x | x | RIP | RIP | x | |

Tabla 62. Recopilación del % de supervivencia de las diferentes generaciones de náyades según el lugar inicial de siembra. Los datos de 2011 para *mancus* y *ravoisieri* incluyen los datos de las siembras en el lago, en jaulas o en tubo o canal. La x indica que aún existen ejemplares vivos correspondientes a estas generaciones en el laboratorio por lo que se van a seguir recogiendo datos.



| Especie | UMA | Usp. | URA | Usp. | UMA | UMA | UMA |
|--------------------------|-----------------|-----------|-------|-------|------------|------|------|
| Año | 2011 | 2012 | 2011 | 2012 | 2012 | | |
| Lugar siembra | Pis1 | Pil. Inc. | Pis 2 | Pis 3 | Caja Pis 4 | | |
| Días siembra | % Supervivencia | | | | | | |
| 0 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 250-350 días(1 any) | 77 | 6,1 | 33 | 32 | 1,6 | 17,5 | 38,3 |
| 500-575 días (2on estiu) | 36,4 | 57,4 | 72,7 | 25 | 62,5 | 5,7 | 2,6 |
| 700 días(2on hivern) | 71,4 | | 79,2 | | | | |
| 870 días (3 primavera) | 85 | | 94,7 | | | | |

Tabla 63. % de supervivencia interanual o entre períodos de las diferentes generaciones de náyades según el lugar inicial de siembra. Los datos de 2011 para *mancus* y *ravoisieri* incluyen los datos de las siembras en el lago, en jaulas o en tubo o canal. Estos datos se obtienen a partir de proporción de supervivencia entre los diferentes agrupaciones de días de siembra indicados en la tabla 62.

La supervivencia en los primeros estadios de vida hasta los 350 días no es similar en todos los casos variando entre 1,6 hasta el 40%, con un máximo puntual del 77% en un caso. La supervivencia desde el primer invierno hasta mediados de la segunda primavera a los 500-575 días, es igual de variable pero en general aumenta, con algunos grupos entre el 2.6-5.7% y del 36.4-73% en otros. Los datos más relevantes se obtienen entre el segundo verano y el segundo invierno o tercera primavera con supervivencias del 71.4 a 94.7 %. A partir de los dos años hay una mayor supervivencia de los juveniles de náyade, con valores superiores al 70%. Este dato constata el hecho que la mortalidad de los juveniles de más de dos años sembrados en jaulas en el lago o en piscinas o directamente en los tubos canales del laboratorio es muy baja.

3.10. Crecimiento de los juveniles criados en el laboratorio

Los crecimientos han sido variables en los diferentes sistemas de siembra. A los 250 días, el primer invierno, los valores van desde las 3154 a los 8500 micras. Al segundo invierno, a los 600 días desde la siembra, varían entre 6525 y 21350 micras (tabla 63). Hay una ligera diferencia entre los crecimientos de *mancus* y *ravoisieri* visible en la generación el año 2011, por lo que los *ravoisieri* crecen más que los *mancus*.

| Especie | UMA | UMA | Usp. | URA | URA | Usp. | UMA | UMA | URA |
|--------------------|-----------------|-----------|-----------|-------------|-------|-------|------------|-------|------------|
| Año | 2011 | 2011 | 2012 | 2011 | 2012 | 2012 | 2012 | | 2012 |
| Lugar siembra | Pis 1 | Pil. Inc. | Pil. Inc. | Pis 2 | Pis 2 | Pis 3 | Caja Pis 4 | | Caja Pis 4 |
| Días de la siembra | % Supervivencia | | | | | | | | |
| 0 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 |
| 150 | | 850 | 2200 | 7580 | 7580 | 3050 | 4940 | | 2660 |
| 250 | 7400 | | 3840 | 8510 | 8500 | 3780 | 6042 | 3154 | 3750 |
| 350 | 9700 | | 4550 | 15800 | | 4225 | | | |
| 500 | | | 6525 | 21350 | | 11800 | 13000 | 13000 | |
| 575 | 12300 | | | 19900-21250 | | | | | |
| 700 | 13600 | | | 21800 | | | | | |
| 750 | 13000-18500 | | | 19125-25100 | | | | | |
| 800 | 18000-23500 | | | 24685-25070 | | | | | |
| 870 | 18075-24700 | | | 24044-27300 | | | | | |

Tabla 63. Recopilación del crecimiento de las diferentes generaciones de náyades según el lugar inicial de siembra. Los datos de 2011 para *mancus* y *ravoisieri* incluyen los datos de las siembras en el lago en jaulas o en tubo o canal.



4. RESUMEN Y CONCLUSIONES

1. El sistema de cría y engorde de juveniles de náyades utilizado en el "Proyecto Estany", basado en un sistema abierto con alimentación natural con agua del mismo lago de Banyoles, ha resultado un éxito. Por primera vez en Europa se ha conseguido criar y engordar centenares de juveniles de náyades amenazadas hasta los 2,5 años de edad y longitudes comprendidas entre los 2 y los 3 cm.
2. El sistema de cría ha funcionado de igual forma para la dos especies de náyades del género *Unio*, *mancus* y *ravoisieri*, anteriormente las dos clasificadas como *Unio elongatulus*.
3. ***Unio mancus***. Se han localizado y marcado un total de 770 individuos diferentes en el entorno natural entre 2010 y 2013, de los cuales 762 en las acequias y 8 en el lago. Un mínimo de 100 ejemplares de estos tienen un tamaño menor a los 35 mm, y con toda probabilidad corresponden al resultado de las repoblaciones efectuadas en el proyecto. Se estima una población natural cercana a los 1000 ejemplares, y no superior a los 2000.
4. ***Unio ravoisieri***. Se han localizado 109 ejemplares en el lago de Banyoles, ninguno en las acequias. Todos son ejemplares de gran tamaño, no inferiores a los 60 mm. Se han prospectado de forma óptima las profundidades del lago comprendidas entre los 0 y los 4 metros. Se estima una población salvaje entre los 100 y los 200 individuos. Estos ejemplares se han movido del lugar de captura y concentrado en 4 localidades dentro del lago de Banyoles.
5. También se han localizado 6 ejemplares de *Potomida littoralis*, 5 en el lago y 1 en las acequias, y 20 de *Anodonta anatina*, 10 en el lago y 10 en las acequias.
6. Se han translocado 58 ejemplares adultos de *U. mancus* de las poblaciones de las acequias con más densidad a otras acequias sin náyades, y otros 30 ejemplares al arroyo de Can Morgat.
7. Los ejemplares adultos de náyades utilizados en los experimentos de cría se han mantenido solo durante un mes en condiciones de cautividad en acuarios, puesto que se han producido mortalidades con estancias mas largas.
8. El mantenimiento de peces autóctonos en cautividad ha resultado complicado puesto que especies como la bagre son muy sensibles a la cautividad (40% mortalidad). Se ha dedicado especial cuidado en realizar tratamientos preventivos, intentar tener los peces en invierno para su aclimatación a la cautividad antes de usarlos en la cría y cuidar la alimentación y limpieza de los tanques depósitos.
9. El control de los datos ambientales ha permitido conocer la dinámica y las necesidades para controlar la temperatura, de manera que en época de calor el laboratorio se ha mantenido a los 21 grados como máximo, y a 14 en invierno.
10. Se ha conseguido recoger gloquidios de náyades adultas grávidas en acuarios en el laboratorio desde el 10 de abril hasta finales de julio. Ha sido muy interesante en este sentido haber comprobado que los gloquidios siguen activos a las 24 e incluso 48 horas de su suelta. El enquistamiento de los gloquidios se forma esencialmente en las branquias, aunque en casos extremos de infección se han observado fijaciones de larvas en aletas y la piel.



11. Se ha experimentado un sistema de infección de peces con gloquidios en laboratorio que ha resultado muy efectivo. En el laboratorio de cría se han producido 133.000 juveniles en 3 años, 107.000 de *U. mancus* y 25.700 de *U. ravoisieri* a partir de la infección útil de unos 909 peces (tabla 25). Se ha obtenido un promedio de 146 juveniles por pez, aunque con peces grandes (>20 cm) se han recogido en algunos casos hasta 724 por pez.
12. Se han liberado en el lago entre 2012 y 2013, 3.517 peces parasitados con miles de gloquidios de *U. mancus* y *U. ravoisieri*.
13. Los peces hospedadores de gloquidios de *U. mancus* según los resultados de este proyecto son: *B. meridionalis*, *S. laietanus*, *B. graellsii*, *S. fluviatilis* y *T. tinca*.
14. Los peces hospedadores de gloquidios de *U. ravoisieri* según los resultados de este proyecto son: *B. meridionalis*, *S. laietanus*, *B. graellsii*, *S. fluviatilis*, *T. tinca*, y *P. phoxinus*.
15. La duración de la metamorfosis o maduración del gloquidio en el pez hospedador es variable y depende de la temperatura del agua, o sea, de la época del año en la que se produce. Para las infecciones en el mes de abril a una temperatura ambiente media entre 16-18 °C, la caída de juveniles empieza entre los días 17 y 19 después de la infección, con un máximo de suelta entre los días 21 y 25, acabando el proceso cerca del día 28. En el mes de junio, con una temperatura media controlada en laboratorio de 21,5 °C, los primeros en caer lo hacen entre los días 9 y 11, y el máximo se da a los 12-14 días.
16. No se aprecian diferencias en la duración en días de la maduración de los juveniles entre las tres especies diferentes de pez huésped. La duración de la maduración del gloquidio enquistado en las branquias del pez es similar en las tres especies. Tampoco parece haber diferencia entre la duración de la maduración de *U. mancus* y *U. ravoisieri*.
17. El sistema de depósitos cilíndricos ha sido el más práctico y efectivo de todos los sistemas de recogida de juveniles. El depósito permite mas capacidad de peces (hasta 15 por depósito sin son peces pequeños) y más producción de juveniles (entre 1.500 y 3.000 juveniles/cilíndrico). La capacidad máxima utilizando 6 cilíndricos es producir 9000-18000 juveniles cada 30 días en abril y mayo, y cada 20 días en junio y julio. Un total máximo de 90 peces por infección y una producción de 45.000 – 100.000 juveniles en un año. Los esfuerzos dedicados en aplicar mejoras e innovaciones en el sistema de cría han permitido mejorar la autonomía y seguridad del proceso, así como optimizar las instalaciones.
18. La mayoría de ejemplares juveniles obtenidos se han sembrado en piscinas con 20 cm de sedimento, aunque también se han utilizado otros sistemas como la siembra en cajas en sedimento, una pila de incubación, canal en tubo, jaulas en el lago y acuarios.
19. El comportamiento del sedimento en piscinas en 2012 en el segundo año fue muy diferente que en 2011. Aparecieron formaciones de algas importantes cubriendo la superficie del sedimento. Es probable que al realizar la renovación del agua de forma superficial, haya una acumulación de materia orgánica en el sedimento, y esto haya podido provocar algún caso de asfixia por cubrimiento de las algas o por la generación de fenómenos de anoxia. En 2011 se observaron grandes crecimientos algales de caráceas que se fueron eliminando progresivamente hasta limpiar el sedimento. El agotamiento del banco se semillas y la aplicación de mayor sombra a las piscinas evitó estos crecimientos de caráceas en 2012, pero por el contrario parecieron otras formaciones algales al parecer mas perjudiciales. No se ha demostrado que las caráceas fueran negativas para las náyades aunque



también cubren el sedimento y podrían generar anoxia. Se propone trabajar con sedimentos de siembra y completamente a oscuras, o alternando periodos de luz natural con sombra o completa oscuridad.

20. Aparecieron en las piscinas algunos ejemplares de pez fraile proveniente del mismo lago a través de la bomba de alimentación (no tiene filtro para peces). Durante el proyecto se ha comprobado la presencia de conchas de náyade juveniles en el estomago de un pez fraile, por lo que pueden depredar sobre los juveniles, hecho que puede haber afectado a las siembras de 2012 y 2013.
21. Las piscinas se deben de renovar cada dos años como mucho, con limpiezas periódicas de las formaciones algales del fondo.
22. El experimento de siembra de juveniles en tupperes sin sedimento ha permitido comprobar que con renovación del agua cada 5 días y alimentación con algas marinas y hojarasca, se pueden mantener ejemplares vivos durante más de un año, aunque el crecimiento es mucho menor del normal.
23. Las jaulas en el lago se han mostrado como un buen sistema para la supervivencia y el engorde de juveniles, especialmente si estas están clavadas en el sedimento o rellenas con una capa de sedimento. Aun así hay que controlar el cubrimiento de la malla con algas que pueden provocar problemas de anoxia y ralentizar el crecimiento de las náyades.
24. Las tasas de supervivencia han sido bastante variables a lo largo del proyecto. Las mejores tasas se han obtenido a partir de los ejemplares sembrados en 2011 en las piscina 1 y 2. Se han observado mortalidades súbitas o bruscas de forma puntual en juveniles que ya habían superado las primeras fases de mortalidad. Se puede generalizar que se han obtenido supervivencias de entre el 10-30 % a los 350 días de la siembra, y de 1-10 % a los 500 días. A nivel de especie *U. mancus* se obtienen supervivencias del 1-40% de promedio a los 350 días, con un máximo del 77% en 2011. A los 500 días la supervivencia baja hasta los 1-8%, con un máximo del 20%. Para *U. ravoisieri* las supervivencias a los 350 días varían entre 3-10%, con un máximo del 33%, que se mantienen alrededor del 25% a los días.
25. A partir de los dos años hay una mayor supervivencia de los juveniles de náyade, con valores superiores al 70%. Este dato constata el hecho que la mortalidad de los juveniles de más de dos años sembrados en jaulas en el lago o en piscinas o directamente en los tubos canales del laboratorio es muy baja.
26. Los crecimientos han sido variables en los diferentes sistemas de siembra. A los 250 días, el primer invierno, los valores van desde los 3.154 micras a los 8.500 micras. Al segundo invierno, a los 600 días, desde la siembra varían entre 6.525 y los 21.350 micras (21 mm.). Hay una ligera diferencia entre los crecimientos de *mancus* y *ravoisieri* visible en la generación el año 2011, con lo que los *ravoisieri* crecen significativamente más que los *mancus*.
27. En octubre de 2013 se han liberado 224 juveniles de *U. ravoisieri* de 2,5 años de edad con etiquetas naranjas en tres localidades del espacio natural, esencialmente en el lago, y se han liberado 278 *U. mancus* con etiquetas verdes en tres localidades el lago, un arroyo y una acequia.
28. Al finalizar el proyecto se mantienen 218 juveniles de edad 2+ de *U. mancus* nacidos en 2011, 2240 juveniles de edad 1+ nacidos en 2012, y la siembra original de 43.700 juveniles de edad 0+ del 2013. Hay que tener en cuenta que una parte pequeña de los juveniles del año 2012 pueden ser también *U. ravoisieri* puesto que se mezclaron individuos en la piscina 3 y en la pila de incubación. Por lo que refiere a *U. ravoisieri*, se mantienen 100 juveniles de



edad 2+ nacidos en 2011, 64 de edad 1+ nacidos en 2012 y la siembra original de 13.400 juveniles de edad 0+ del 2013.

29. La aparición de numerosos juveniles de náyade de pequeño tamaño en las prospecciones de las acequias de 2013 es debido en gran parte a las repoblaciones con peces infectados. Estos juveniles tienen un crecimiento en la naturaleza de 2-3.2mm/mes con tamaños máximos de 16 mm el primer invierno y 40 el segundo.
30. El sistema de cría que se ha establecido va a permitir seguir trabajando en la conservación de las náyades del lago de Banyoles y de otras localidades cercanas. Ya se ha estado trabajando en la cría de *Potomida littoralis* y *Anodonta anatina*, y ahora mismo se ha iniciado un proyecto con intención de recuperar poblaciones de *Unio mancus* en los ríos Muga, Fluvià y Ter.
31. Con la experiencia adquirida en el laboratorio experimental montado para el "Proyecto Estany" se está en condiciones de realizar y continuar nuevos proyectos de forma mas efectiva y conociendo mejor las necesidades reales para llevar a término estos proyectos.
32. El sistema de cría abierta de náyades, utilizando un sistema seminaturalizado usando la misma agua donde viven los adultos de náyade ha resultado ser un método muy efectivo que han de permitir exportar la experiencia a otras localidades donde se pueda aplicar de forma similar, incluso para otras especies.



5. ANNEXO. Fichas de laboratorio

Tabla1. Resultados de las prospecciones de náyades en las 5 acequias o recs de salida de agua del lago de Banyoles. En la tabla se indica el nombre de la acequia (La Riera Vella nace de la unión del rec de'n Teixidor y el rec de Ca n'Hort). Se indica el tramo de acequia ordenadas des del lago hacia abajo, la fecha de la prospección detallada, la localización en UTM Datum ED50, el total de *Unio mancus* (UMA), *Potomida littoralis* (PLI) y *Anodonta anatina* (AAN) de las prospecciones. La columna UMA*, es una columna que recoge todos los datos de muestreos de náyades entre 2010 y 2013, y a través del marcaje de individuos se ha podido establecer el total de náyades localizadas en las acequias, total 762. Los datos de densidad se han obtenido a partir del total de náyades de cada tramo, dividido por su longitud y ancho (ver anexos)

| Acequia-Rec | Tramo | Fecha | X ini. | Y ini. | X fin. | Y fin. | Nivel (m) | Metros | Ancho | Hora ini | Hora fin | Tiempo (min.) | Pers. | UMA | UMA* Total | PLI | AAN | Dens. |
|-----------------------------|----------------------------------|------------|--------|---------|--------|---------|-----------|--------|-------|----------|----------|---------------|-------|-----|------------|-----|-----|-------|
| Figuera d'en Xo | Estany-Sardana | No hecho | 480121 | 4663503 | 480176 | 4663512 | 1,2 | 55 | 5 | | | | | | | | | 0 |
| Figuera d'en Xo | Sardana -Cal general | 19/06/2013 | 480200 | 4663531 | 480419 | 4663579 | 0,7 | 220 | 2 | 11:55 | 13:10 | 70 | 2 | | | | | 0 |
| Figuera d'en Xo | Cal general- Llibertat | 19/06/2013 | 480425 | 4663580 | 480534 | 4663535 | 0,6 | 130 | 1 | 10:00 | 10:45 | 45 | 1 | | | | | 0 |
| Figuera d'en Xo | Can Castanyer a la desembocadura | No hecho | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Major | Estany-Sardana | 20/06/2013 | 480128 | 4663436 | 480202 | 4663433 | | 75 | 3 | 13:35 | 14:00 | | 2 | | | | | 0 |
| Major | Sardana-Límit | 20/06/2013 | 480214 | 4663438 | 480278 | 4663436 | | 65 | 2 | 13:05 | 13:35 | | 2 | | | | | 0 |
| Major | Límit- Quim Rec | | 480278 | 4663436 | 480467 | 4663405 | | 230 | 1 | 10:55 | 12:30 | | 2 | 1 | 1 | | 1* | 0 |
| Major | Can Quim-Canat | | 480467 | 4663405 | 480486 | 4663370 | | 35 | 1 | 10:30 | 10:55 | | 2 | 4 | 4 | | | 0,11 |
| Major | Canat-Colom | | 480489 | 4663362 | 480513 | 4663309 | | 60 | 1 | | | | | | 32 | | | 0,53 |
| Major | Muralla- Torras | 27/06/2013 | 480845 | 4663087 | 480911 | 4663028 | | 85 | 1 | 9:45 | 10:05 | | 2 | | | | | 0 |
| Major | Torras-J. Butinyà | 27/06/2013 | 480920 | 4663023 | 480959 | 4662999 | | 45 | 1 | 9:30 | 9:45 | | 2 | | | | | 0 |
| Major | Butinyà-Blanquers | 27/06/2013 | 480967 | 4662983 | 481021 | 4662951 | | 65 | 1 | 9:00 | 9:25 | | 2 | | | | | 0 |
| Major | Blanquers-AgriEnergia | | 481042 | 4662936 | 481091 | 4662913 | | 55 | 1 | | | | | | | | | 0 |
| Major | Paper-Tarragona | | 481404 | 4662796 | 481424 | 4662762 | | 40 | 0,7 | | | | | | | | | 0 |
| Major | Salt Parc-Paper | | 481430 | 4662784 | 481475 | 4662776 | | 45 | 1 | | | | | | | | | 0 |
| Major | Farga d'Aran | No hecho | 481569 | 4662759 | 481684 | 4662709 | | 125 | 1,5 | | | | | | | | | 0 |
| Major | Canem-Canaleta | No hecho | 481697 | 4662704 | 481873 | 4662653 | | 200 | 1,5 | | | | | | | | | 0 |
| Guèmol | Estany-Sardana | 13/08/2013 | 479993 | 4663138 | 480049 | 4663103 | | 65 | 1,5 | 9:45 | 12:00 | | 2 | 48 | 48 | | 1 | 0,49 |
| Guèmol | Sardana-Reixa | 13/08/2013 | 480061 | 4663100 | 480078 | 4663099 | | 17 | 1 | 9:00 | 9:30 | | 2 | 9 | 9 | | 1 | 0,53 |
| Ca n'Hort | Estany-Sardana | No hecho | 480128 | 4663603 | 480172 | 4663605 | | 45 | 5 | | | | | | | | | 0 |
| Ca n'Hort | Sardana-Cal General | 29/05/2013 | 480187 | 4663608 | 480348 | 4663620 | | 160 | 1,5 | 17:00 | 18:00 | 50 | 1 | 10 | 1 | | | 0 |
| Ca n'Hort | Cal General-Llibertat | 13/06/2013 | 480360 | 4663620 | 480536 | 4663619 | | 190 | 2,5 | 11:35 | 13:05 | 90 | 1 | 3 | 3 | | | 0,01 |
| Ca n'Hort | Llibertat-Martirià | 06/06/2013 | 480552 | 4663624 | 480609 | 4663631 | | 60 | 1,5 | | | | 1 | 28 | 28 | | | 0,31 |
| Ca n'Hort | Martirià-1er pont | 06/06/2013 | 480619 | 4663633 | 480646 | 4663636 | | 25 | 1,5 | | | | 1 | 44 | 87 | | 1 | 2,32 |
| Ca n'Hort | 1er pont- Parking | 05/04/2013 | 480647 | 4663636 | 480670 | 4663638 | 0,5 | 22 | 1,2 | 12:45 | 13:15 | 30 | 1 | 53 | 49 | | | 1,86 |
| Ca n'Hort | Parking-Creu Terme | 05/04/2013 | 480676 | 4663639 | 480687 | 4663642 | 0,5 | 10 | 1,2 | 12:15 | 12:40 | 25 | 2 | 20 | 20 | | | 1,67 |
| Ca n'Hort | Creu Terme-Bassa | 22/03/2013 | 480705 | 4663647 | 480738 | 4663640 | | 30 | 1,2 | | | 40 | 2 | 25 | 24 | 1 | | 0,67 |
| Riera Vella (Hort-Teixidor) | Bassa | | 480737 | 4663639 | 480750 | 4663630 | | 15 | 4 | 9:00 | 12:00 | | 1 | 105 | 101 | | | 1,68 |



Tabla 3. Localización de la siembra de los juveniles de náyade *ravoisieri* y los sucesivos cambios a lo largo del proyecto.

| Cronología | 2011 | | | | | | | | | | | | 2012 | | | | | | | | | | | | 2013 | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|------------------|---|---|---|----|----|----|---|---|---|---|---|-----------------|---|---|---|----|----|----|---|---|---|---|---|-------------------|---|---|---|----|----|----|--|--|--|--|--|
| | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | | | | |
| Lugar de siembra inicial | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pila Incubación (1592) | [Yellow hatched] | | | | | | | | | | | | [Black] | | | | | | | | | | | | [Black] | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 0 26/3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Piscina 2 (=690) | [Green hatched] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 0 20/2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Piscina 4 Caja D y F | | | | | | | | | | | | | 332 20/2 | | | | | | | | | | | | [Green hatched] | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 232 | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 132 | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 89 14/6 | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | [Green hatched] | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 83 17/10 | | | | | | | | | | | |
| Lago Jaula Grande | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 100 26/4 | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | [Green hatched] | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | +43 14/6 | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | PIS4 | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 143 | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | [Green hatched] | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 83 PIS4 | | | | | | | | | | | |
| Lago URA 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Lago URA 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Lago URA 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tubo 1_3 URA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 100 15/5 | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | [Green hatched] | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 50 | | | | | | | | | | | |
| Lago Jaula 3 malla grande | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 50 Tubo 1.3 | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | [Green hatched] | | | | | | | | | | | | [Green hatched] | | | | | | | | | | | |
| Piscina 2 (5005) | | | | | | | | | | | | | 0 20/2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tubo 1_1 URA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 22 Pis4 14/6 | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | [Green hatched] | | | | | | | | | | | |
| Pila Incubación (874) | [Yellow hatched] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | UMA1+ | | | | | | | | | | | |
| Piscina 3 (2412) | [Purple hatched] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | UMA1+ | | | | | | | | | | | |
| Piscina 4 CB1 (700 24/5/12) | [Blue hatched] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Piscina 4 CB2 (700 26/5/12) | [Blue hatched] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 0 3/4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | 0 3/4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Piscina 4 CA1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 137 B1 -B2 3/4 | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | +6 C1 24/4 | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 143 | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | [Blue hatched] | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 17/10 | | | | | | | | | | | |
| Piscina 4 CC1 (602 2/7/12) | [Blue hatched] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Piscina 4 CC2 (300 5/7/12) | [Blue hatched] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 24/4 | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0 24/4 | | | | | | | | | | | |
| Tubo 1_2 (9119) | [Blue hatched] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Piscina 2 (4300) | [Green hatched] | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

6. ANNEXO. Fotografías del proyecto.

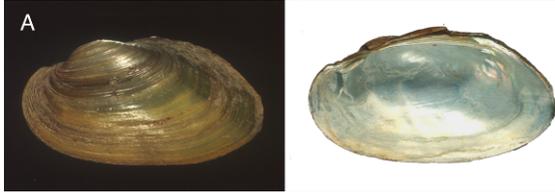


Foto 1. *Unio mancus* (= *U. elongatulus*). Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid.



Foto 2. *Unio aleroni* (= *U. elongatulus aleroni*=*U. ravoisieri*) del río Ser (Serinyà). Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid.



Foto 3. *Unio ravoisieri* (= *U. elongatulus subreniformis*) de lago de Banyoles. Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid.



Foto 4. *Unio ravoisieri* (= *U. elongatulus subreniformis*) de lago de Banyoles. Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid.



Foto 5. *Potomida littoralis* del lago de Banyoles. Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid.



Foto 6. *Unio ravoisieri* del lago de Banyoles, abril 2013.



Foto 7. *Unio mancus* de las acequias de Banyoles con una morfología rara, 8/6/2013.



Foto 8. Comparativa *Unio mancus* (617) y *U. ravoisieri* (083) del Lago de Banyoles, 30/4/2013.



Foto 9. *Unio mancus* en acuario en el Laboratorio de cría de náyades, 16/2/20211.



Foto 10. *Unio ravoisieri* en el sedimento del Lago de Banyoles, 6/5/2013.



Foto 11. *Unio ravoisieri* en el sedimento del Lago de Banyoles zona Amaradors, el 23/10/2012.



Foto 12. Muestreo en las acequias de Ca n'Hort y d'en Teixidor en un tramo en el interior de la ciudad de Banyoles, el 6/6/2013.



Foto 13. Muestreo en la acequia d'en Teixidor con un mirafondo en un tramo en el interior de la ciudad de Banyoles, el 6/6/2013.



Foto 14. Muestreo con mirafondo en la acequia, el 6/6/2013.



Foto 14. Muestreo en la acequia d'en Teixidor en un tramo en el interior de la ciudad de Banyoles, el 6/6/2013.



Foto 15. Muestreo con mirafondo en la acequia de Ca n'Hort en un tramo en el interior de la ciudad de Banyoles, el 6/6/2013.



Foto 16. Muestreo visual en la acequia de Ca n'Hort, el 6/6/2013.



Foto 17. Tramo de la acequia de la Figuera d'en Xo, en un tramo en el interior de la ciudad de Banyoles, el 19/6/2013.



Foto 18. Mirafondo para muestrear las acequias el 26/7/2013.



Foto 19. Toma de datos biométricos de las náyades capturadas en las acequias de Banyoles el 6/6/2013.



Foto 20. Cubos con las náyades recogidas en las acequias de Banyoles el 30/9/2013.

Foto 21. *Unio mancus* capturados en la acequia de Ca n'Hort el 17/5/2013. Se aprecian dos tamaños, adultos algunos marcados, y de 1 año nacidos de forma natural a partir de la suelta de peces infectados en 2012.



Foto 22. *Unio mancus* capturados en la acequia de Ca n'Hort el 6/6/2013.



Foto 23. Conchas de ejemplares muertos localizados en el muestreo de acequias el 6/6/2013.



Foto 24. *Unio ravoisieri* (003) del lago comparado con *U. mancus* de las acequias el 11/6/2013.



Foto 25. *Unio mancus* de un año y medio de edad de las acequias el 16/7/2013.



Foto 26. Unión de la acequia de ca n'Hort y la d'en Teixidor con nivel muy bajo de agua debido a unas obras en las acequias dejando a la vista náyades enterradas el 15/5/2013.



Foto 27. *Unio mancus* moviéndose en el sedimento después de una bajada del nivel de agua de las acequias de ca n'Hort y d'en Teixidor el 15/5/2013.



Foto 28. Rastro de *Unio mancus* moviéndose en el sedimento después de una bajada del nivel de agua de las acequias de ca n'Hort y d'en Teixidor el 15/5/2013.



Foto 29. *Unio mancus* moviéndose en el sedimento después de una bajada del nivel de agua de las acequias de ca n'Hort y d'en Teixidor el 15/5/2013.



Foto 30. Prospección de náyades en el lago de Banyoles a través de buceo con snorkel.



Foto 31. Marcaje de náyades capturadas en el lago de Banyoles a través de buceo con snorkel, 18/4/2011.



Foto 32. Marcaje de náyades capturadas en el lago de Banyoles, 28/10/2010.



Foto 33. Marcaje de náyades capturadas en el lago de Banyoles, *Unio ravoisieri*, a través de buceo con snorkel, 28/10/2010.



Foto 34. Marcaje de náyades capturadas en el lago de Banyoles, *Unio ravoisieri*, 18/4/2011.

Foto 35. Marcaje de náyades capturadas en el lago de Banyoles, *Anodonta anatina*, 22/5/2013.



Foto 36. Cartel del Laboratorio de cría de náyades en la granja de Casa Nostra.

Foto 37. Cartel en la puerta del Laboratorio de cría de náyades en la granja de Casa Nostra. 2/2/2010.



Foto 38. Ubicación original del módulo en una escuela reutilizado para el montaje del laboratorio. 20/2/2010.

Foto 39. Terrenos donde se ha construido el laboratorio de cría de náyades. 3/3/2010-



Foto 40. Preparación de los terrenos donde se ha construido el laboratorio de cría de náyades. 1/6/2010.

Foto 41. Preparación de los terrenos donde se ha construido el laboratorio de cría de náyades. 2/6/10.



Foto 42. Colocación del primer modulo del laboratorio de cría de náyades. 3/6/10.

Foto 43. Colocación del primer modulo del laboratorio de cría de náyades. 3/6/10.



Foto 44. Construcción de las piscinas exteriores del laboratorio de cría de náyades. 4/6/10.



Foto 45. Vista posterior del laboratorio de cría de náyades y de las piscinas exteriores. 18/6/10.



Foto 46. Preparación del laboratorio de cría de náyades y de las piscinas exteriores. 3/6/10.



Foto 47. Preparación del laboratorio de cría de náyades y de las piscinas exteriores. 19/8/10.



Foto 48. Construcción del laboratorio de cría de náyades y de las piscinas exteriores. 18/6/10.



Foto 49. Preparación del interior del laboratorio de cría de náyades. 18/6/10.



Foto 50. Preparación de las instalaciones de agua del interior del laboratorio de cría de náyades. 26/11/10.



Foto 51. Instalación de la valla alrededor del laboratorio. 28/2/11.



Foto 52. Sistema de entrada de agua de las piscinas exteriores del laboratorio. 16/1/10.



Foto 53. Entrada de agua de las piscinas exteriores del laboratorio, e instalación eléctrica. 19/11/10.



Foto 54. Vista general del laboratorio en 2010. 6/10/10.



Foto 55. Sistema de regulación de agua de las piscinas exteriores. 19/11/10.



Foto 56. Nuevo y viejo sistema de sombreado de las piscina exteriores. 8/5/2013.



Foto 57. Sistema de sombreado de las piscinas en 2011 y 2012. 16/3/12.





Foto 58. Vista general del laboratorio en 2013 con las mejoras de un lavadero exterior. 8/5/13.



Foto 59. Vista general del laboratorio en 2013 con las mejoras de un lavadero exterior. 4/1/14.



Foto 60. Vista general del laboratorio en 2013 con las mejoras de un lavadero exterior.



Foto 61. Vista general del laboratorio en 2013 con las mejoras en el funcionamiento de las piscinas exteriores para peces.



Foto 62. Nuevos canales para juveniles de náyade de 2013. Construcción. 1/2/13.



Foto 63. Nuevos canales para juveniles de náyade de 2013. Sistema de sombreado. 8/5/13.



Foto 64. Nuevos canales para juveniles de náyade de 2013. Interior de los canales. 10/3/13.



Foto 65. Nuevos canales para juveniles de náyade de 2013. Vista interior del sedimento y el nivel de agua. Restos de hojas y esponjas en los laterales. 2/1/14.



Foto 66. Nuevos canales para juveniles de náyade de 2013. Sistema de control de nivel del agua y desagüe. 11/3/13.



Foto 67. Nuevos canales para juveniles de náyade de 2013. Vista general entrada de agua. 2/1/14.



Foto 68. Nuevos canales tubo para juveniles de náyade de 2013. Entrada de agua en los canales y sistema de bombas de recirculación. 4/1/14.



Foto 69. Nuevos canales para juveniles de náyade de 2013. Canales de hormigón y tubos. 14/5/13.



Foto 70. Sistema de electro-válvulas para el control del sistema de agua procedente de la bomba del lago. Compresor de aire que alimenta el laboratorio. 16/3/12.



Foto 71. Depósitos donde se almacena agua del lago y sistema de bombeo a presión hacia dentro del laboratorio de náyades. 4/1/14.





Foto 72. Sistema de control de las válvulas situadas en el sistema de tuberías que traen agua del lago hacia el laboratorio o hacia las piscinas exteriores. Sistema de programación de riego. 2/1/14.



Foto 73. Colocación de la bomba en el lago de Banyoles. 4/2/13.



Foto 74. Colocación de la bomba en el lago de Banyoles. 2/9/12.



Foto 75. Técnicos del Consorci buceando para la colocación de la bomba en el lago de Banyoles. 2/9/10.



Foto 76. Colocación de una nueva bomba mas potente en el lago de Banyoles en 2013. 24/5/13.



Foto 77. Colocación de una nueva bomba mas potente en el lago de Banyoles en 2013. 24/5/13.



Foto 78. Colocación de una nueva bomba mas potente en el lago de Banyoles en 2013. 24/5/13.



Foto 79. Tanques depósitos de 250 litros para peces en el laboratorio de cría de náyades. 16/3/12.



Foto 80. Tanques depósitos de 250 litros con peces en el laboratorio de cría de náyades. 28/3/12.



Foto 81. Interior del laboratorio de cría de náyades con los acuarios con náyades y la batería de acuarios de peces. 5/5/11.



Foto 82. Interior del laboratorio de cría de náyades con los acuarios con náyades, la batería de acuarios de peces y los cilindrocónicos. 12/3/12.



Foto 83. Interior del laboratorio de cría de náyades con la pila de incubación con juveniles de náyades, la batería de acuarios de peces y los cilindrocónicos. 8/3/12.



Foto 84. Interior del laboratorio de cría de náyades con la pila de incubación con juveniles de náyades, la batería de acuarios de peces y los cilindrocónicos. 16/3/12.

Foto 85. Interior del la parte de laboratorio seco en el laboratorio de cría de náyades con la lupa binocular y ordenador portátil. 14/5/13.



Foto 86. Acuarios con sedimento con náyades en 2011.



Foto 87. Náyade en un acuarios con sedimento en 2010.



Foto 88. Acuarios con sedimento con náyades en 2011. 5/5/11.

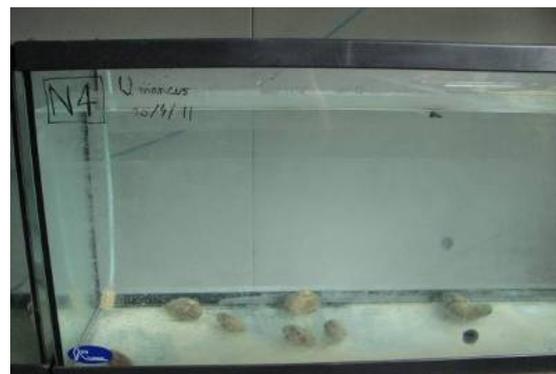


Foto 89. Náyade en un acuarios con sedimento en 5/5/2011.



Foto 90. Acuario con náyades en 2012.



Foto 91. Náyade en un acuario en 2012.



Foto 92. Náyades en un acuario en 17/4/2012.



Foto 93. Náyades subiendo por el lateral de un acuario, demostrando su capacidad por salir de las cajas en el lago. 25/3/13.



Foto 94. Náyade (*U. manicus*) en un acuario soltando gloquidios (masas de larvas de color amarillo) en 2012.

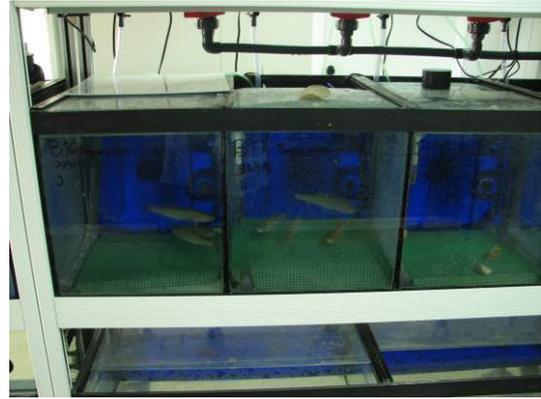


Foto 95. Peces en baterías infectados con gloquidios de náyades en 9/5/11.



Foto 96. Barbos de montaña en una piscina exterior para su adaptación a la cautividad y ser utilizados para la cría de náyades. 8/5/12.



Foto 97a. Barbo de montaña en un acuario. 13/5/13.



Foto 97b. Barbo de montaña en un acuario. 13/5/13



Foto 97c. Barbo de montaña en un acuario. 3/5/13.

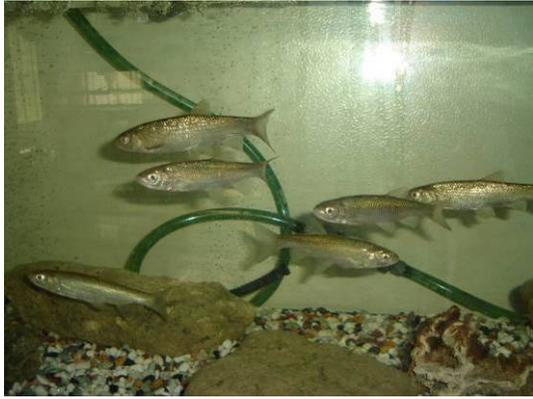


Foto 98. Bagres en un acuario. 9/9/10.



Foto 99. Bagres en un acuario. 13/5/13.



Foto 100. Pez fraile en un acuario. 13/5/13.



Foto 101. Pez fraile en un acuario. 5/5/11.



Foto 102. Pez fraile en un acuario. 14/5/13.



Foto 103. Barbo del Ebro o de graells en mano. 14/5/13.



Foto 104. Barbos del Ebro y barbos de montaña en un acuario. 14/5/13.



Foto 105. Carpa en un acuario. 13/5/13



Foto 106. Tenca en un acuario. 13/5/13.



Foto 107. Phoxinus en un acuario. 13/5/13.



Foto 108. Phoxinus en un acuario. 13/5/13.



Foto 109. Sandra o lucioperca en un acuario. 13/5/13



Foto 110. Pez sol en un acuario. 13/5/13.



Foto 111. Perca americana o black-bass en un acuario. 14/5/13.

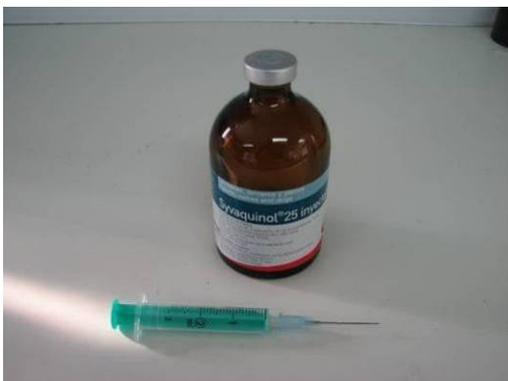


Foto 112. Antibiótico aplicado de forma preventiva y para tratar las infecciones. 12/3/12.



Foto 113. Aplicación preventiva de verde de malaquita. 12/3/12.



Foto 114. Aplicación preventiva de verde de malaquita. 29/5/13.



Foto 115. Enfermedades infecciosas en los peces mantenidos en piscinas. 21/12/12.



Foto 116. Bague atacada por hongos en un tanque dentro del laboratorio. 5/11.



Foto 117. Análisis de nitratos en los cilindrocónicos donde se observa una presencia tóxica en al menos dos de ellos. 5/5/12.



Foto 118. Equipamiento para instalar los sensores de temperatura dentro del agua y en el exterior. 21/12/11.



Foto 119. Sensor de temperatura instalado en la valla del laboratorio de cría de náyades. 14/5/13.



Foto 120. Sensor de temperatura instalado en una acequia de Banyoles. 24/10/12.



Foto 121. Sensor de temperatura instalado en el fondo del lago de Banyoles. 23/10/12.



Foto122. Sistema filtrado de plancton del agua que entra del lago antes que entre en los cilindrocónicos y evitar el taponamiento de los filtros de recogida de juveniles de náyade. 2/1/14.



Foto 123. Preparando con una balanza la dosis de alimentación de los peces con pienso para truchas. 6/5/12.



Foto 124. Siembra de juveniles de *mancus* en un acuario con sedimento en 2012. 19/10/12.



Foto 125. Siembra de juveniles de *mancus* en un acuario con sedimento en 13/9/11.



Foto 126. Revisando la siembra de juveniles de *mancus* en un acuario con sedimento en 13/9/11.



Foto 127. Revisando con una cuchara y un filtro la siembra de juveniles de *mancus* en un acuario con sedimento en 13/9/11.



Foto 128. Pila de incubación con bandejas utilizadas para la siembra de juveniles en el laboratorio.



Foto 129. Bandeja de la pila de incubación que permite una circulación del agua de abajo para arriba.



Foto 130. Sedimento utilizado para la preparación de las bandejas para la siembra de 2011.



Foto 131. Bandeja con dos sedimentos diferentes para la siembra de juveniles en la pila de incubación. 4/5/11.



Foto 132. Bandeja con dos sedimentos diferentes para la siembra de juveniles en la pila de incubación. 6/5/11.



Foto 133. Bandeja con dos sedimentos diferentes para la siembra de juveniles en la pila de incubación. Una bandeja para cada especie de náyade. 29/9/11.



Foto 134. Bandeja con dos sedimentos diferentes para la siembra de juveniles en la pila de incubación.



Foto 135. Bandeja con dos sedimentos diferentes para la siembra de juveniles en pila de incubación el 9/5/11. Se aprecia acumulación de carbonatos en la superficie.



Foto 136. Preparando la pila de incubación para la siembra de 8/5/2012, sin bandejas, con sedimento directo dentro la pila.



Foto 137. Imagen de la Pila de incubación con la siembra de 2012, se aprecian la casillas identificativas y el sistema de renovación de agua doble, con autocirculación y aportes periódicos de agua del lago para la renovación del sistema.



Foto 138. Imagen de la Pila de incubación con la siembra de 2012.

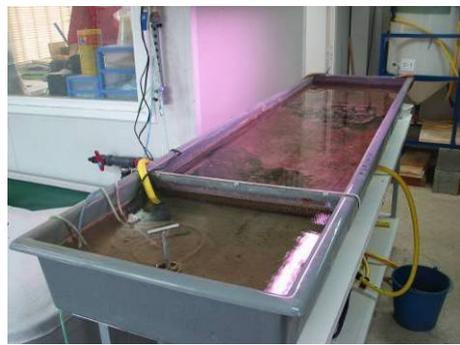


Foto 139. Imagen de la Pila de incubación con la siembra de 14/10/13.



Foto 140. Revisión del sedimento de la Pila de Incubación. 19/10/12.



Foto 141. Formaciones de algas encima del sedimento de la Pila de Incubación. Se decide tapar la pila para que no entre la luz. 19/10/12.



Foto 142. Juveniles de 0,5 mm y un año de edad en la pila de incubación en 18/7/2013.



Foto 143. Juveniles de 0,5 mm y un año de edad en la pila de incubación en 4/6/2013.

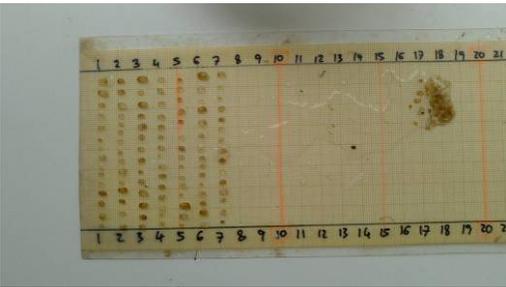


Foto 144. Juveniles de un año y medio de edad en la revisión de la pila de incubación en abril de 2013.



Foto 145. Preparación del experimento con ladrillos en la piscina 4 en 8/5/12.



Foto 146. Preparación del experimento con ladrillos en la piscina 4 en abril de 2012.



Foto 147. Preparación del experimento con ladrillos en la piscina 4 en abril de 2012.



Foto 148. Siembra de juveniles en el experimento con ladrillos en la piscina 4 en mayo de 2012.



Foto 149. Siembra de juveniles en el experimento con ladrillos en la piscina 4 en mayo de 2012.



Foto 150. Preparación del sedimento lacustre en una caja para la siembra en el lago.



Foto 151. Preparación del sedimento lacustre en una caja para la piscina 4 en 19/12/2012.



Foto 152. Preparación del sedimento lacustre en una caja para la piscina 4 en 21/12/2012.



Foto 153. Cajas con sedimento lacustre en la piscina 4 en 2012.



Foto 154. Crecimientos algales de caráceas (*Chara* sp.) en el sedimento en caja para la piscina 4 en 22/10/12.



Foto 155. Crecimientos algales de caráceas (*Chara* sp.) en el sedimento de la piscina 1 en 2012.



Foto 156. Eliminación del exceso de algas caráceas (*Chara* sp.) en el sedimento de la piscina 2 en 28/8/12.



Foto 157. Preparación de dos bandejas para la siembra de juveniles de náyades en el lago. Una con ejemplares de 1cm de la piscina 1, y la otra con recién nacidos. 8/5/2012.



Foto 158. Siembra de *mancus* juveniles de 1 cm procedentes de piscina 1 en mayo de 2012 en una caja con sedimento en el lago zona Amaradors. 16/5/12.



Foto 159. Caja con sedimento en el lago zona Amaradors con crecimiento algal, caráceas (*Chara* sp.). 23/10/12.

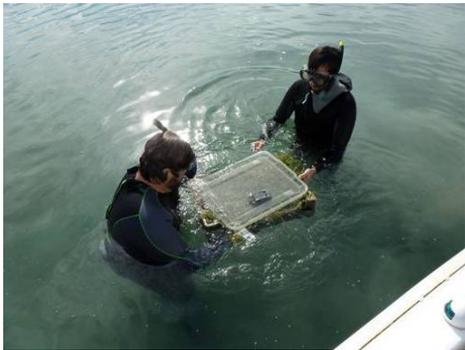


Foto 160. Revisión de las cajas con juveniles sembradas en el lago en 2012.



Foto 161. Revisión de las cajas con juveniles sembradas en el lago en 2012.



Foto 162. Revisión de las cajas con juveniles sembradas en el lago en 2012.



Foto 163. Revisión de las cajas con juveniles sembradas en el lago en 2012.



Foto 164. Rastro de juvenil de náyade localizado al lado de las cajas sembradas en los Amaradors.



Foto 165. Juvenil de náyade localizado en la zona de los Amaradors en el lago en octubre al lado de la caja sembrada con juveniles de la piscina 1.

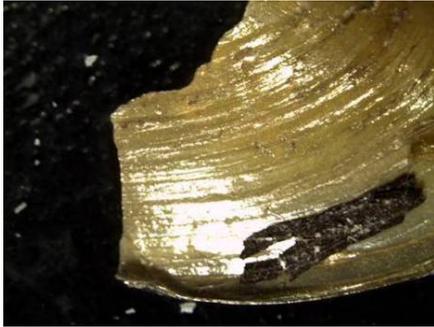


Foto 166. Conchas rotas de juveniles de *mancus* en la revisión de la caja de los Amaradors a finales de 2012.



Foto 167. Conchas rotas de juveniles de *mancus* en la revisión de la caja de los Amaradors a finales de 2012.



Foto 168. Conchas rotas de juveniles de *mancus* en la revisión de la caja de los Amaradors a finales de 2012.



Foto 169. Caja con sedimento en la acequia de can teixidor donde se sembraron mas de 2000 juveniles en 2012.



Foto 170. Caja con sedimento en la acequia de can teixidor donde se sembraron mas de 2000 juveniles en 2012.



Foto 171. Siembra de juveniles recién nacidos en la acequia de Ca n'Hort en mayo de 2012.



Foto 172. Siembra de juveniles recién nacidos en la acequia de Ca n'Hort en mayo de 2012.



Foto 173. Acequia de Ca n'Hort en su tramo inicial donde no había náyades adultas, y donde se han translocado ejemplares de la acequia de Can Teixidor. 24/5/12.



Foto 174. Náyades adultas de la especie *U. manicus* translocadas des de la acequia de can Teixidor hasta la acequia de Ca n'Hort en 25/5/2012.



Foto 175. Traslocación de náyades adultas de la especie *U. manicus* en la acequia de Ca n'Hort en 25/5/2012.



Foto 176. Traslocación de náyades adultas de la especie *U. manicus* en la acequia de Ca n'Hort en 25/5/2012.



Foto 177. Acequia de Ca n'Hort en su tramo inicial donde no había náyades adultas, y donde se han translocado ejemplares procedentes de la acequia de Can Teixidor. 25/5/11.



Foto 178. Traslocación de náyades adultas de la especie *U. manicus* en el arroyo de Can Morgat. 7/6/13.



Foto 179. Traslocación de náyades adultas de la especie *U. manicus* en el arroyo de Can Morgat. 7/6/2013.



Foto 180. Tupperes preparados para el experimento sobre crecimiento en diferentes medios con alimentación suplementaria. 30/7/12.

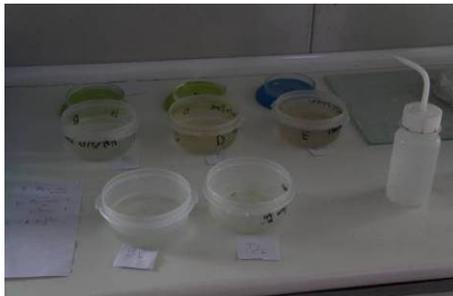


Foto 181. Tupperes preparados para el experimento sobre crecimiento en diferentes medios con alimentación suplementaria. 28/8/12.



Foto 182. Tuppers preparados para el experimento sobre crecimiento en diferentes medios con alimentación suplementaria. 19/9/12.



Foto 183. Extractos de restos orgánicos utilizados para la preparación del alimento del experimento de los tuppers. 10/5/12.



Foto 184. Proceso de revisión de los tuppers, que incluye el filtrado, renovación de agua y conteo en lupa. 28/8/12.



Foto 185. Proceso de revisión de los tuppers, que incluye el filtrado, renovación de agua y conteo en lupa. 28/8/12.



Foto 186. Proceso de revisión de los tuppers, que incluye el filtrado, renovación de agua y conteo en lupa.



Foto 187. Proceso de revisión de los tuppers, que incluye el filtrado, renovación de agua y conteo en lupa.



Foto 188. Proceso de revisión de los tuppers, que incluye el filtrado, renovación de agua y conteo en lupa.



Foto 189. Proceso de revisión de los tuppers, que incluye el filtrado, renovación de agua y conteo en lupa.



Foto 190. Juveniles del experimento de los tuppers a punto para su conteo en la lupa. 28/8/12.

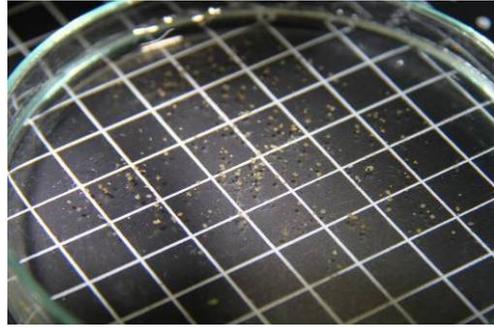


Foto 191. Juveniles de los tuppers preparados para su conteo en la lupa. 28/8/12.



Foto 192. Recuento de juveniles en la lupa.



Foto 193. Recuento de juveniles en la lupa y realización de fotografías. 4/5/11.



Foto 194. Contador de juveniles a 0.



Foto 195. Una vez revisados los juveniles se vuelven a sembrar en el tupper. 28/8/12.

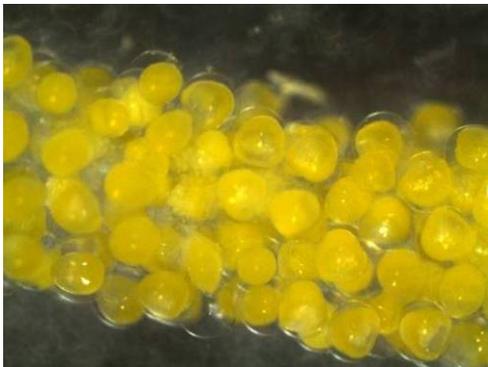


Foto 196. Gloquidios enquistados de *U. ravoisieri* abortados. 19/7/11.



Foto 197. Lámina de huevos abortados de *U. ravoisieri* en acuario el 5/9/11.



Foto 198. Gloquidios de *U. mancus* recogidos en un acuario en el laboratorio el 16/4/12.

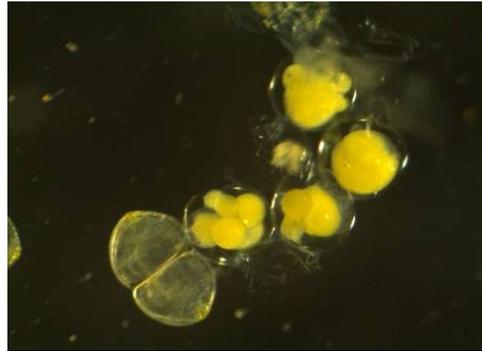


Foto 199. Huevo, morula y gloquidios de *U. ravoisieri* el 9/5/11.



Foto 200. Masas de gloquidios de *U. ravoisieri* 2012.

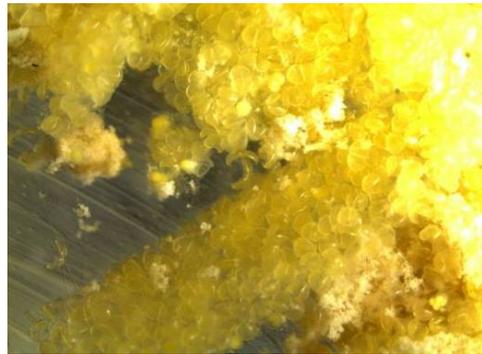


Foto 201. Gloquidios de *U. mancus* recogidos en acuario 5/5/11.



Foto 202. Gloquidios de *U. ravoisieri* recogidos en un acuario en el laboratorio el 9/5/11.

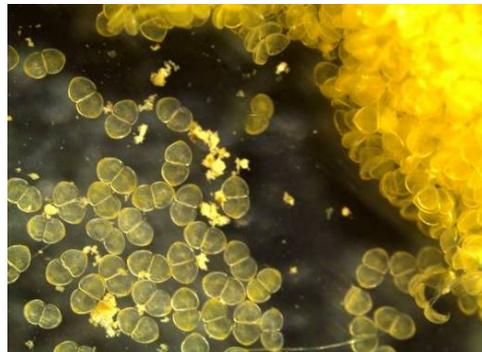


Foto 203. Gloquidios de *U. ravoisieri* recogidos en un acuario en el laboratorio el 9/5/11.



Foto 204. Gloquidios de *U. ravoisieri* el 9/5/11.

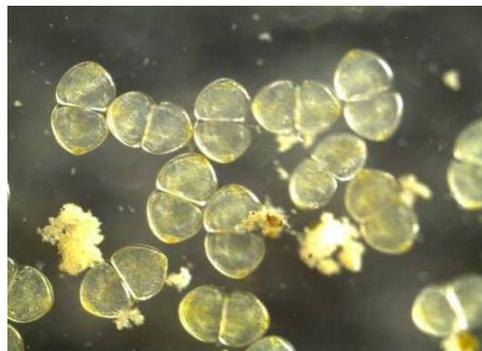


Foto 205. Gloquidios de *U. ravoisieri* el 9/5/11.

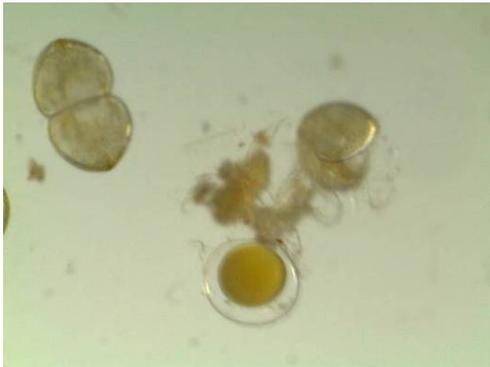


Foto 206. Gloquidios de *U. ravoisieri* el 9/5/11.

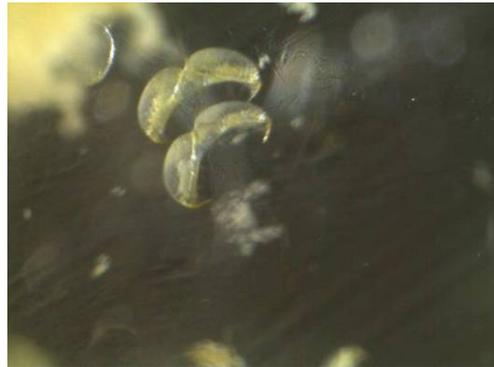


Foto 207. Gloquidios de *U. manicus* el 2011.



Foto 208. Filamento de gloquidios de *U. manicus* el 18/4/13.

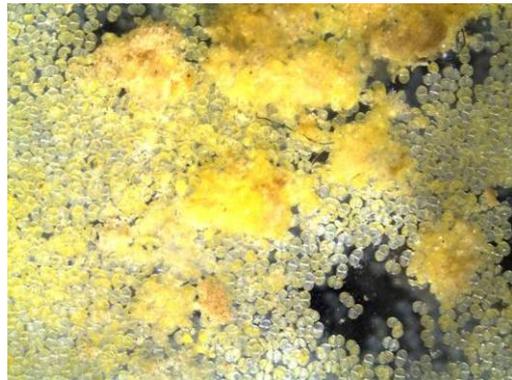


Foto 209. Gloquidios de *U. manicus* el 18/4/13.



Foto 210. Gloquidios de *U. manicus* el 18/4/13.

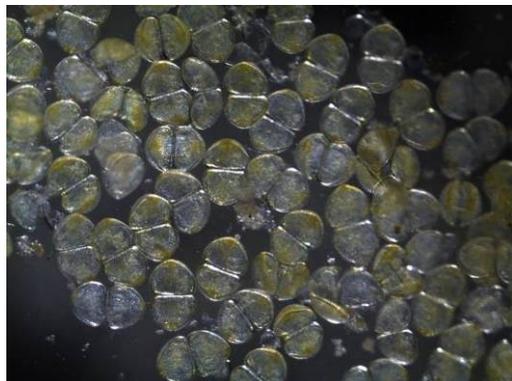


Foto 211. Gloquidios de *U. manicus* el 18/4/13.

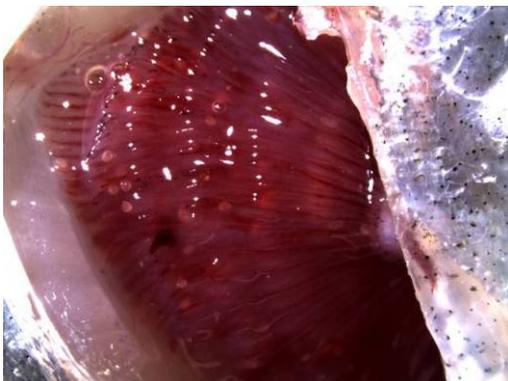


Foto 212. Gloquidios de *U. ravoisieri* en branquias de bagre el 10/5/13.



Foto 213. Gloquidios de *U. ravoisieri* en branquias de tenca el 10/5/13..



Foto 214. Gloquidios de *U. manicus* en la cola de un barbo de montaña el 10/5/13.

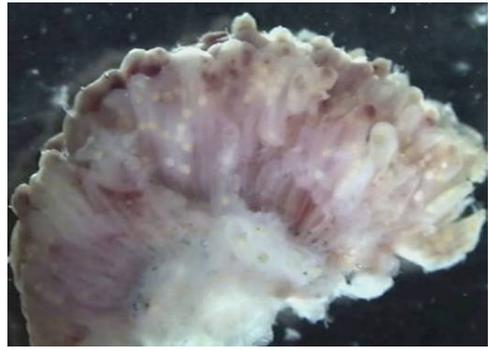


Foto 215. Branquias con gloquidios de *manicus* el 10/5/11.

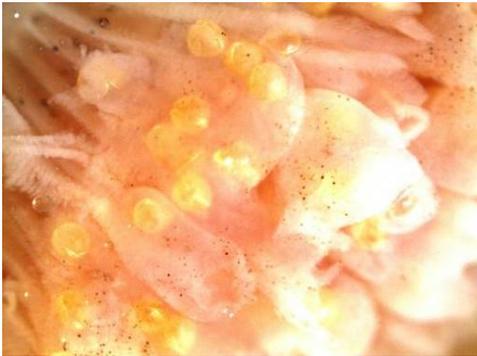


Foto 216. Gloquidios de *U. manicus* en branquias de bagre el 5/5/13.



Foto 217. Gloquidios de *U. manicus* en branquias de barbo de montaña el 27/4/12.

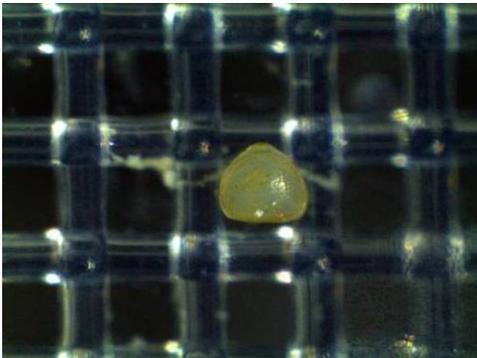


Foto 218. Juvenil de *U. manicus* recogido en un filtro de 250 micras de malla el 4/5/11

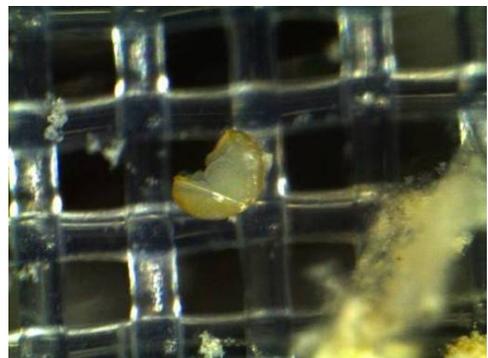


Foto 219. Juvenil de *U. manicus* recogido en un filtro de 250 micras de malla el 4/5/11

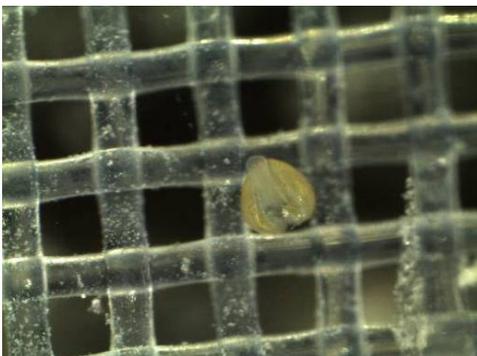


Foto 220. Juvenil de *U. manicus* recogido en un filtro de 250 micras de malla el 4/5/11



Foto 221. Juveniles de *U. manicus* el 28/5/12

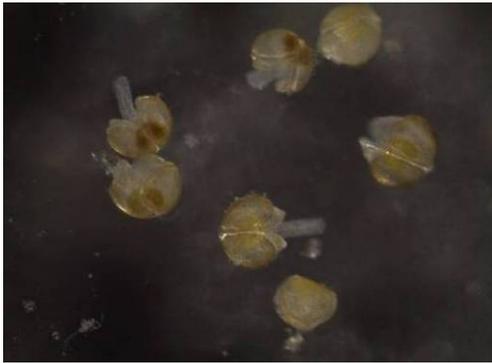


Foto 222. Juvenil de *U. mancus* recogido en un filtro de 250 micras de malla el 28/5/12.

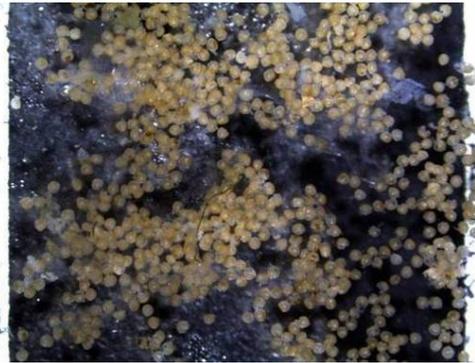


Foto 223. Juveniles de *U. mancus* recogidos en un filtro de 250 micras de malla el 15/5/13



Foto 224. Juvenil de *U. mancus* recogido en un filtro de 250 micras de malla el 7/5/11



Foto 225. Juvenil de *U. mancus* recogido en un filtro de 250 micras de malla el 11/7/11

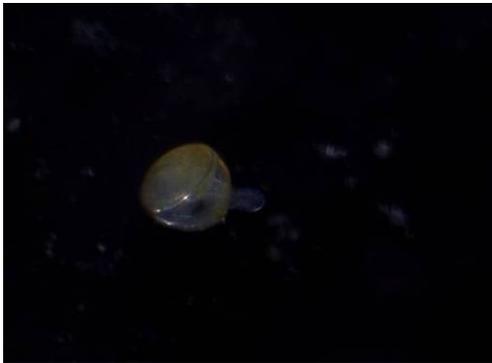


Foto 226. Juvenil de *U. mancus* recogido en un filtro de 250 micras de malla el 30/5/12.



Foto 227. Juvenil de *U. mancus* recogido en un filtro de 250 micras de malla el 11/7/11

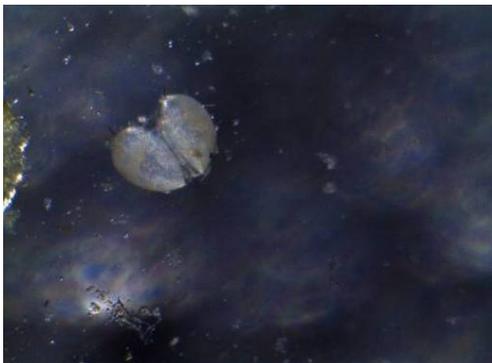


Foto 228. Juvenil de *U. mancus* recogido en un filtro de 250 micras de malla el 2/5/12.



Foto 229. Juvenil de *U. mancus* recogido en un filtro de 250 micras de malla el 4/5/11

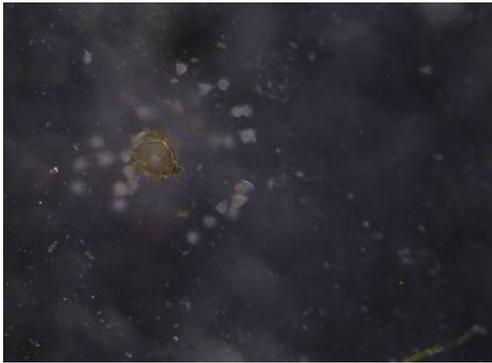


Foto 230. Juvenil de *U. mancus* con hongos el 22/6/12.

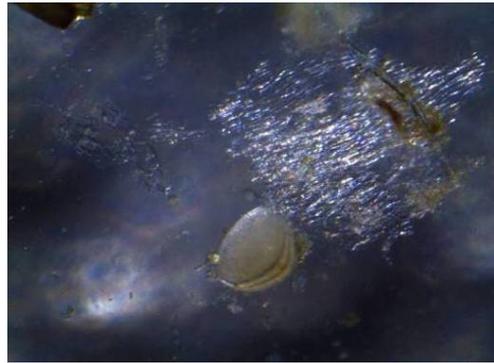


Foto 231a. Juvenil de *U. mancus* con hongos el 2/5/12.



Foto 231b. Juvenil de *U. ravoisieri* con hongos el 3/7/11.

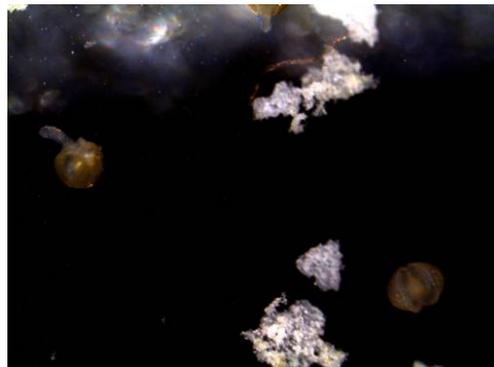


Foto 231c. Juvenil de *U. ravoisieri* con hongos el 3/7/11.

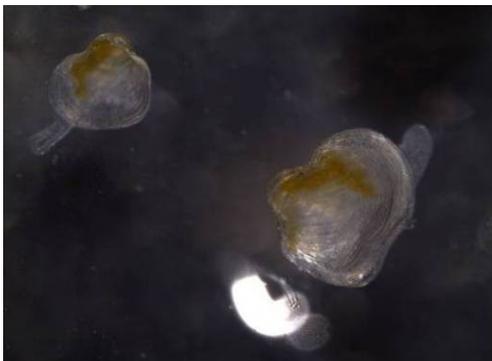


Foto 232. Juvenil de *U. mancus* el 28/6/12.



Foto 233. Juveniles muertos de *U. mancus*.



Foto 234. Juvenil de *U. mancus* 11/7/11.



Foto 235. Juvenil de *U. mancus*.

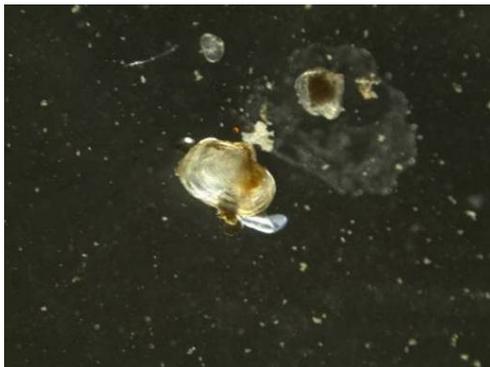


Foto 236. Juvenil de *U. mancus*



Foto 237. Juvenil de *U. ravoisieri* 30/10/12.



Foto 238. Juvenil de *U. mancus* en pila de incubación 2011.



Foto 239. Rastro de Juvenil de *U. mancus* en sedimento de la pila de incubación 2011.



Foto 240. Revisión náyades piscina 3 por algas 28/12/12.



Foto 241. Algas presentes en la piscina 3 que han sido limpiadas y un ejemplar muerto de náyade el 19/12/12



Foto 242. Juvenil de 1cm. de *U. mancus* de piscina 1 el 16/1/13



Foto 243. Juvenil de *U. ravoisieri* piscina 4 el 2/4/13.



Foto 244. Diente faringeo de bagre, recogido en los filtros debido a algún problema de los peces. 20/5/13.

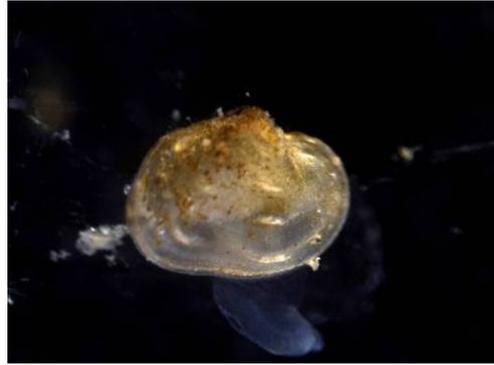


Foto 245. Juvenil de *U. mancus* en 2013



Foto 246. Juveniles de *U. ravoisieri*.



Foto 247. Juvenil de *U. mancus* 1 año.



Foto 248. Juveniles de *U. ravoisieri*.



Foto 249. Cabeza de pez fraile capturado en la piscina 1 al que se le analiza el estómago el 11/10/12.



Foto 250. Contenido estomacal de una perca americana capturada en la piscina 1 el 11/10/12.



Foto 251. Contenido estomacal de un pez fraile capturada en la piscina 1, donde se ve una concha de náyade, el 11/10/12.



Foto 252. Revisión completa de la pila de incubación en octubre de 2013



Foto 253. Revisión completa de la pila de incubación en octubre de 2013



Foto 254. Revisión completa de la pila de incubación en octubre de 2013



Foto 255. Siembra de juveniles en cajas de la piscina 4 en 7/2/2013



Foto 256. Juveniles de *U. mancus* de una caja en piscina 4, el 11/3/13.



Foto 257. Juveniles medidos durante la revisión de la pila de incubación en 2013.



Foto 258. Piscina 2 de *U. ravoisieri* revisada del sedimento y vaciada el 23/2/13.



Foto 259. Caja con *U. ravoisieri* de 2 años en la piscina 4 el 10/3/13.



Foto 260. Nuevos canales para en engorde de juveniles en cajas el 14/11/13



Foto 261. Cajas con náyades en los nuevos canales para en engorde de juveniles el 14/11/13



Foto 262. Revisión de las náyades de las piscinas por succión a través de una manguera el 15/10/13.



Foto 263. Revisión de las náyades de las piscinas por succión a través de una manguera el 5/2/13.



Foto 264. Revisión de las náyades de las piscinas por succión a través de una manguera el 15/10/13.



Foto 265. Revisión de las náyades de las piscinas por succión a través de una manguera el 15/10/13.



Foto 266. Revisión de las náyades de las piscinas por succión a través de una manguera el 5/2/13.



Foto 267. Revisión de las náyades de las piscinas por succión a través de una manguera el 5/2/13.



Foto 268. Revisión de las náyades de las piscinas por succión a través de una manguera el 15/10/13.



Foto 269. Revisión de las náyades de las piscinas por succión a través de una manguera el 15/10/13.



Foto 270. Revisión de las náyades de las el 15/10/13.



Foto 271. Revisión de las náyades de las piscinas por succión a través de una manguera el 5/2/13.



Foto 272. Revisión de las náyades de las piscinas por succión a través de una manguera el 15/10/13.



Foto 273. Revisión de las náyades del sedimento de las piscinas y cajas el 8/5/12.



Foto 274. Revisión de las náyades de las piscinas por succión a través de una manguera el 15/10/13.



Foto 275. Siembra de juveniles en cajas de la piscina 4 en 7/2/2013



Foto 276a. Siembra de juveniles en cajas de la piscina 4 en 7/2/2013



Foto 276b. *U. mancus* de la pila de incubación el 17/1/13.



Foto 276c. Revisión de juveniles en cajas de la piscina 4 en 23/10/2012.



Foto 277. Centenares de *U. mancus* muertos de 1 cm. recogidos de la piscina 1 el 5/2/13 en la revisión última.



Foto 278. Revisión de piscinas con rastrillo y malla el 8/5/12.



Foto 279. Revisión de piscinas con rastrillo y malla el 8/5/12.



Foto 280. Revisión de náyades el 16/10/13.



Foto 281. *U. mancus* en la piscina 1 el 21/12/12.



Foto 282. *Mancus* y *ravoisieri* revisados en laboratorio 20/6/2012.



Foto 283. *Mancus* y *ravoisieri* de piscina 1 y 2 en las muestras parciales de 23/11/12.



Foto 284. *U. mancus* de la piscina 1 el 21/12/12.



Foto 285. Revisión piscina 2 *U. ravoisieri* el 24/10/12.



Foto 286. Toma de datos de longitud de las náyades el 23/10/12.



Foto 287. Toma de datos de longitud de las náyades el 23/10/12.



Foto 288. Toma de datos de longitud de las náyades el 23/10/12.



Foto 289. Toma de datos de longitud y marcaje de las náyades después de las revisiones el 17/10/13.



Foto 290. Toma de datos de longitud y marcaje de las naïades después de las revisiones el 17/10/13.



Foto 291. Toma de datos de longitud y marcaje de las naïades después de las revisiones el 17/10/13.



Foto 292. Toma de datos de longitud y marcaje de las naïades después de las revisiones el 17/10/13.



Foto 293. Toma de datos de longitud y marcaje de las naïades después de las revisiones el 17/10/13.



Foto 294. Toma de datos de longitud y marcaje de las naïades después de las revisiones el 17/10/13.



Foto 295. Toma de datos de longitud y marcaje de las naïades después de las revisiones el 17/10/13.



Foto 296. Naïades de 2,5 años de *U. manicus* después de las revisiones el 17/10/13.



Foto 297. Toma de datos de longitud y marcaje de las naïades de las acequias de Banyoles el 17/6/13.



Foto 298. *U. ravoisieri* de 1 año en 2012.



Foto 299. *U. ravoisieri* de 1 año en 2012.



Foto 300. *U. mancus* de piscina 1 el 3/5/12.



Foto 301. *U. mancus* de piscina 1 el 5/5/12.



Foto 302. *U. mancus* de piscina 1 el 5/5/12.

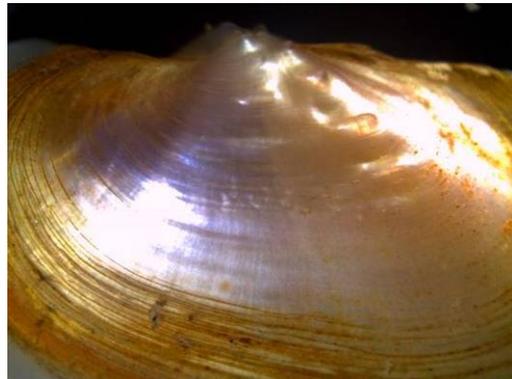


Foto 303. *U. ravoisieri* de piscina 2 el 6/5/12.



Foto 304. *U. ravoisieri* de piscina 2 el 6/5/12.



Foto 305. *U. ravoisieri* de piscina 2 el 6/5/12.



Foto 306. Náyades en la revisión total de todas las jaulas del lago y piscinas del laboratorio a punto de ser sembradas en jaulas en el lago el 17/10/13.



Foto 307. Náyades en la revisión total de todas las jaulas del lago y piscinas del laboratorio a punto de ser sembradas en jaulas en el lago el 17/10/13.



Foto 308. *U. ravoisieri* de la revisión total de todas las jaulas del lago y piscinas del laboratorio a punto de ser soltadas en el lago el 17/10/13.



Foto 309. *U. ravoisieri* de la revisión total de todas las jaulas del lago y piscinas del laboratorio a punto de ser soltadas en el lago el 17/10/13.



Foto 310. *U. manicus* de la revisión total de todas las jaulas del lago y piscinas del laboratorio a punto de ser soltadas en el lago el 17/10/13.



Foto 311. *U. ravoisieri* de la revisión total de todas las jaulas del lago y piscinas del laboratorio a punto de ser soltadas en el lago el 17/10/13.



Foto 312. *U. manicus* de la revisión total de todas las jaulas del lago y piscinas del laboratorio a punto de ser soltadas en el lago el 17/10/13.



Foto 313a. Náyades en la revisión total de todas las jaulas del lago y piscinas del laboratorio a punto de ser sembradas en jaulas en el lago el 17/10/13.



Foto 313b. Juveniles de 2,5 años a punto de ser soltados marcados con etiqueta verde los *U. mancus* y con etiqueta naranja los *U. ravoisieri* el 17/10/13.



Foto 313c. Juveniles de 1,5 años a punto de ser soltados en una jaula en el lago el 17/10/13.



Foto 314. *U. ravoisieri* de la revisión total de todas las jaulas del lago y piscinas del laboratorio a punto de ser soltadas en el lago el 17/10/13.



Foto 315. *U. ravoisieri* de 2,5 años de edad mantenido en cautividad en el canal de tubo con sedimento del laboratorio el 17/10/13.



Foto 316. Revisión de la acequia de ca n'Hort donde se habían sembrado juveniles de *mancus* el 2012. Se encontró un juvenil de 1 año el 29/5/13 de más de 2cm.



Foto 317. Revisión de la acequia de ca n'Hort donde se habían sembrado juveniles de *mancus* el 2012. Se encontró un juvenil de 1 año el 29/5/13 de más de 2cm.



Foto 318. Barbos y bagres infectados con gloquidios liberados en el lago el 18/4/2013.



Foto 319. Algas en formación en la superficie del sedimento de las piscina del laboratorio el 22/10/12.



Foto 320. Jaulas pequeñas de suelo para náyades el 6/2/13



Foto 321. Revisión del experimento de las jaulas de suelo y flotantes con náyades en el lago el 30/5/13.



Foto 322. Revisión final del experimento de siembra en jaulas de suelo y flotantes con la barca en el lago el 16/10/13.



Foto 323. Revisión final del experimento de siembra en jaulas de suelo y flotantes con la barca en el lago el 16/10/13.



Foto 324. Revisión del experimento de las jaulas de suelo y flotantes con náyades en el lago el 30/5/13



Foto 325. Revisión del experimento de las jaulas de suelo y flotantes con náyades en el lago el 5/2/13

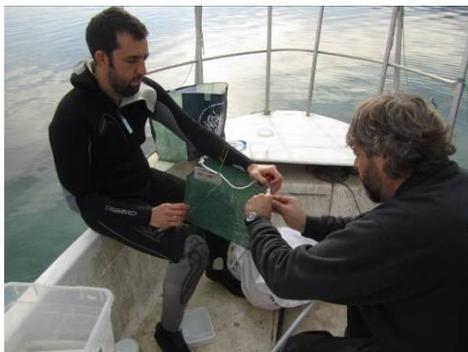


Foto 326. Revisión del experimento de las jaulas de suelo y flotantes con náyades en el lago el 20/12/12



Foto 327. Revisión del experimento de las jaulas de suelo y flotantes con náyades en el lago el 20/12/12



Foto 328. Revisión del experimento de las jaulas de suelo y flotantes con náyades en el lago el 11/2/13.



Foto 329. Revisión del experimento de las jaulas de suelo y flotantes con náyades en el lago el 18/4/13.



Foto 330. Revisión del experimento de las jaulas de suelo y flotantes con náyades en el lago el 11/2/13.



Foto 331. Revisión del experimento de las jaulas de suelo y flotantes con náyades en el lago el 7/8/13.



Foto 332. Revisión del experimento de las jaulas de suelo y flotantes con náyades en el lago el 7/8/13.



Foto 333. Revisión del experimento de las jaulas de suelo y flotantes con náyades en el lago el 11/2/13.



Foto 334. Revisión del experimento de las jaulas de suelo y flotantes con náyades en el lago el 7/8/13.

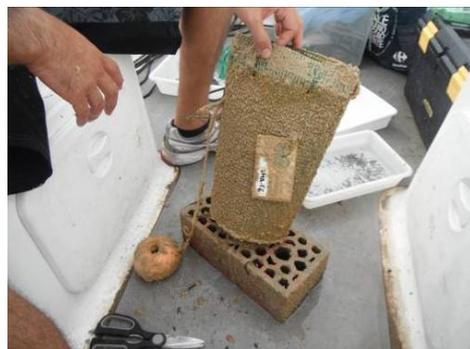


Foto 335. Revisión del experimento de las jaulas de suelo y flotantes con náyades en el lago el 7/8/13.



Foto 336. Revisión y siembra de náyades en jaulas grandes en el lago el 16/10/13.



Foto 337. Revisión y siembra de náyades en jaulas grandes en el lago el 16/10/13.



Foto 338. Revisión y siembra de náyades en jaulas grandes en el lago el 16/10/13.



Foto 339. Revisión y siembra de náyades en jaulas grandes en el lago el 16/10/13.



Foto 340. Revisión y siembra de *U. ravoisieri* en jaula grande en el lago el 16/10/13.



Foto 341. Revisión y siembra de náyades en jaulas grandes en el lago el 16/10/13.



Foto 342. Revisión y siembra de náyades en jaulas grandes en el lago el 3/6/13.



Foto 343. Revisión y siembra de náyades en jaulas grandes en el lago el 7/8/13.



Foto 344. Revisión y siembra de náyades en jaulas grandes en el lago el 4/6/13.



Foto 345. Siembra de 100 *mancus* y 100 *ravoisieri* en jaulas grandes en el lago el 6/5/13.



Foto 346. Siembra de náyades en jaulas grandes en el lago el 3/5/13.



Foto 347. Siembra de náyades en jaulas grandes en el lago el 3/5/13.



Foto 348. Siembra de náyades en jaulas grandes en el lago el 3/5/13.



Foto 349. Cabezudo de la náyade del proyecto Estany 2n 2012.



Foto 350. Nueva jaulas medianas para juveniles de náyades para sembrar en el lago al final del proyecto el 17/10/13.



Foto 351. Nueva jaulas medianas para juveniles de náyades para sembrar en el lago al final del proyecto el 17/10/13.



Foto 352. Equipo de trabajo con náyades del Proyecto LIFE en el laboratorio.