

---

# Estudio del impacto del piragüismo sobre el estado ecológico de las masas de agua

---



**PROMOTOR:** CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

**CONSULTOR:** ANHIDRA SLP

**FECHA:** DICIEMBRE DE 2011



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

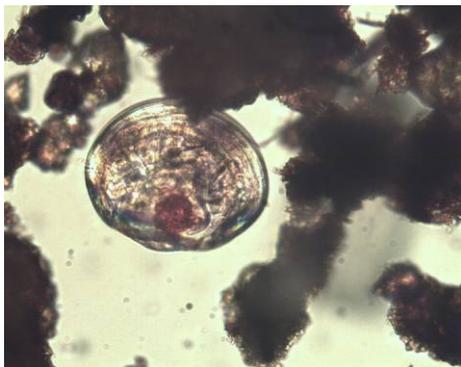
MINISTERIO  
DE MEDIO AMBIENTE  
Y MEDIO RURAL Y MARINO

CONFEDERACIÓN  
HIDROGRÁFICA  
DEL EBRO

 **nhidra**  
consultoría agroambiental S.L.P.

# Estudio del impacto del piragüismo

## sobre el estado ecológico de las masas de agua



Este estudio ha sido realizado por la empresa ANHIDRA CONSULTORIA AGROAMBIENTAL SLP, dentro del Contrato de Servicios: "**Trabajos para el estudio del impacto de la actividad del piragüismo sobre el estado ecológico de las masas de agua**", para el Área de Calidad de Aguas de la Confederación Hidrográfica del Ebro.

- o Dirección del proyecto: CONCHA DURAN (C.H. Ebro)  
VINCENT TOUYA (C.H. Ebro)



- o Equipo consultor: Imanol Cia Abaurre (Dr. Ingeniero de Montes)  
David Fargas i Busquets (Ingeniero Agrónomo)  
Jordi Sánchez Herranz (Ingeniero de Montes)  
Noelia Ramírez Calatrava (Ingeniero técnico forestal)  
Júlia Consuegra Marimon (Ingeniero Agrónomo)

Anhidra SLP agradece al **Club de Piragüismo de Lleida SÍCORIS** el haber facilitado el material necesario (Piraguas rígidas y los complementos) para la realización del presente estudio.

## ÍNDICE

<b>1.- ANTECEDENTES</b>	<b>5</b>
1.1.- Directiva Marco del Agua	5
1.2.- Incidencia de la pesca recreativa como factor de propagación del mejillón cebra	8
1.3.- Incidencia de la práctica del piragüismo como vector de transporte de larvas planctónicas de mejillón cebra	8
1.4.- Utilización de la técnica de tinción vital como medio de diferenciación de larvas vivas y muertas de mejillón cebra	12
1.5.- Influencia de la CONTAMINACIÓN BIOLÓGICA en la DIRECTIVA MARCO DEL AGUA	13
1.6.- RIESGO DE ENTRADA del mejillón cebra	15
1.7.- REGULACIÓN DE LA ACTIVIDAD DEL PIRAGÜISMO	17
<b>2.- OBJETIVOS DEL ESTUDIO</b>	<b>18</b>
<b>3.- ZONA DE ESTUDIO</b>	<b>19</b>
<b>4.- MATERIAL Y MÉTODOS</b>	<b>21</b>
4.1.- Materiales empleados	21
4.2.- Protocolo de actuación	24
4.3.- Procesado de las embarcaciones y de los complementos “in situ”	24
4.4.- Procesado de la embarcación transportada y de los complementos	27
4.5.- Desinfección del material	28
4.6.- tinción vital de la muestra	28
4.7.- Análisis de las muestras	29
4.7.1.- Muestras no sometidas al proceso de tinción vital	29
4.7.2.- Muestras sometidas al proceso de tinción vital	29
4.8.- Campañas realizadas	30
<b>5.- RESULTADOS DE LOS MUESTREOS</b>	<b>31</b>
<b>6.- DISCUSIÓN</b>	<b>32</b>

<b>7.- CONCLUSIONES</b>	<b>39</b>
<b>8.- RECOMENDACIONES</b>	<b>41</b>
<b>9.- BIBLIOGRAFIA</b>	<b>42</b>
<b>ANEXO 1: FICHA TÉCNICA DE LOS MATERIALES ESTUDIADOS</b>	<b>50</b>

## **1.- ANTECEDENTES**

### **1.1.- DIRECTIVA MARCO DEL AGUA**

El 18 de julio del 2000, se aprobó la DIRECTIVA 2000/CE del Parlamento Europeo por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas. El objeto de dicha Directiva era establecer un marco para la protección de las aguas superficiales continentales, las aguas de transición, las aguas costeras y las aguas subterráneas y además contemplaba las siguientes acciones:

- Prevenir todo deterioro adicional y proteger y mejorar el estado de los ecosistemas acuáticos y, con respecto a sus necesidades de agua, de los ecosistemas terrestres y humedales directamente dependientes de los ecosistemas acuáticos.
- Promover un uso sostenible del agua basado en la protección a largo plazo de los recursos hídricos disponibles.
- Mayor protección y mejora del medio acuático, entre otras formas mediante medidas específicas de reducción progresiva de los vertidos, las emisiones y las pérdidas de sustancias prioritarias, y mediante la interrupción o la supresión gradual de los vertidos, las emisiones y las pérdidas de sustancias peligrosas prioritarias.
- Garantizar la reducción progresiva de la contaminación del agua subterránea y evitar nuevas contaminaciones.
- Contribuir a paliar los efectos de las inundaciones y sequías,

Todo ello debe contribuir a garantizar el suministro suficiente de agua en buen estado, tal como requiere un uso del agua sostenible, equilibrado y equitativo.

En dicha Directiva y, concretamente, en el artículo 2 se define el *buen estado ecológico*: el estado de una masa de agua superficial, que se clasifica como tal con arreglo al anexo V (Tabla 1).

Definición del estado ecológico muy bueno, bueno y aceptable en los ríos.

**Tabla 1.-** Indicadores de calidad ecológicos según la Directiva Marco del Agua

Indicador	Muy buen estado	Buen estado	Estado aceptable
<b>Fitoplancton</b>	La composición taxonómica del fitoplancton corresponde casi totalmente a las condiciones inalteradas. La abundancia media de fitoplancton es totalmente coherente con las condiciones fisicoquímicas específicas del tipo y no puede alterar significativamente las condiciones de transparencia específicas del tipo. Las floraciones planctónicas se producen con una frecuencia e intensidad coherentes con las condiciones fisicoquímicas específicas del tipo.	Existen cambios leves en la composición y abundancia de los taxones planctónicos en comparación con las comunidades específicas del tipo. Dichos cambios no indican ningún crecimiento acelerado de algas que ocasione perturbaciones indeseables en el equilibrio de los organismos presentes en la masa de agua o en la calidad fisicoquímica del agua o del sedimento. Se puede producir un ligero incremento de la frecuencia e intensidad de las floraciones planctónicas específicas del tipo.	La composición de los taxones planctónicos difiere moderadamente de las comunidades específicas del tipo. La abundancia se encuentra moderadamente perturbada y puede llegar a producir una perturbación significativa indeseable en los valores de otros indicadores de calidad biológicos y fisicoquímicos. Se puede producir un incremento moderado de la frecuencia e intensidad de las floraciones planctónicas específicas del tipo. Durante los meses de verano se pueden producir floraciones persistentes.
<b>Macrófitos y organismos fitobentónicos</b>	La composición taxonómica corresponde totalmente o casi totalmente a las condiciones inalteradas. No existen cambios perceptibles en la abundancia media de macrófitos y de organismos fitobentónicos.	Existen cambios leves en la composición y abundancia de los taxones de macrófitos y de organismos fitobentónicos en comparación con las comunidades específicas del tipo. Dichos cambios no indican ningún crecimiento acelerado de organismos fitobentónicos o de formas superiores de vida vegetal que ocasione perturbaciones indeseables en el equilibrio de los organismos presentes en la masa de agua o en la calidad fisicoquímica del agua o del sedimento. La comunidad fitobentónica no se encuentra afectada negativamente por aglomerados o capas de bacterias presentes debido a actividades antropogénicas.	La composición de los taxones de macrófitos y de organismos fitobentónicos difiere moderadamente de la comunidad específica del tipo y se encuentra significativamente más distorsionada que en el buen estado.  Existen signos manifiestos de cambios moderados en la abundancia media de macrófitos y de organismos fitobentónicos. La comunidad fitobentónica puede sufrir interferencias y, en algunas zonas, ser desplazada por aglomerados y capas de bacterias presentes debido a actividades antropogénicas.

<p><b>Fauna bentónica de invertebrados</b></p>	<p>La composición y abundancia taxonómicas corresponden totalmente o casi totalmente a las condiciones inalteradas. El cociente entre taxones sensibles a las perturbaciones y taxones insensibles no muestra ningún signo de alteración en comparación con los valores inalterados. El grado de diversidad de taxones de invertebrados no muestra ningún signo de alteración en comparación con los valores inalterados.</p>	<p>Existen leves cambios en la composición y abundancia de los taxones de invertebrados en comparación con las comunidades específicas del tipo. El cociente entre taxones sensibles a las perturbaciones y taxones insensibles muestra una leve alteración en comparación con los valores específicos del tipo. El grado de diversidad de taxones de invertebrados muestra signos leves de alteración con respecto a los valores específicos del tipo.</p>	<p>La composición y abundancia de los taxones de invertebrados difieren moderadamente de las comunidades específicas del tipo.</p> <p>Están ausentes los grupos taxonómicos principales de la comunidad específica del tipo.</p> <p>El cociente entre taxones sensibles a las perturbaciones y taxones insensibles y el grado de diversidad son considerablemente inferiores al grado específico del tipo y significativamente inferiores al buen estado.</p>
<p><b>Fauna ictiológica</b></p>	<p>La composición y abundancia de especies corresponden totalmente o casi totalmente a las condiciones inalteradas. Están presentes todas las especies sensibles a las perturbaciones específicas del tipo.</p> <p>Las estructuras de edad de las comunidades ictiológicas muestran pocos signos de perturbaciones antropogénicas y no son indicativas de que una especie concreta no logre reproducirse o desarrollarse.</p>	<p>Existen leves cambios en la composición y abundancia de las especies en comparación con las comunidades específicas del tipo atribuibles a la incidencia antropogénica en los indicadores de calidad fisicoquímicas e hidromorfológicas.</p> <p>Las estructuras de edad de las comunidades ictiológicas muestran signos de perturbaciones atribuibles a la incidencia antropogénica en los indicadores de calidad fisicoquímicos o hidromorfológicos, y, en algunos casos, son indicativas de que una especie concreta no logra reproducirse o desarrollarse, hasta el punto de que algunos grupos de edad pueden estar ausentes.</p>	<p>La composición y abundancia de las especies ictiológicas difieren moderadamente de las comunidades específicas del tipo, lo que se puede atribuir a la incidencia antropogénica en los indicadores de calidad fisicoquímicos o hidromorfológicos.</p> <p>La estructura de edad de las comunidades ictiológicas muestra signos importantes de perturbaciones antropogénicas, hasta el punto de que una proporción moderada de especies específicas del tipo esté ausente o muestre una presencia muy escasa.</p>

### **1.2.- INCIDENCIA DE LA PESCA RECREATIVA COMO FACTOR DE PROPAGACIÓN DEL MEJILLÓN CEBRA**

En el año 2008 la Diputación Foral de Álava encargó un estudio para determinar la incidencia de la pesca recreativa como factor de propagación de mejillón cebra y establecer si realmente los materiales de pesca eran vectores de transmisión del mejillón cebra, y si determinados materiales, utensilios o modalidades de pesca eran más "transmisores" de larvas en comparación con otros (Asensio y Carreras, 2008).

**El estudio determinó que los utensilios de pesca sí podían ser vectores de transmisión de larvas planctónicas de mejillón cebra** y concluía que, aunque las diferencias entre utensilios y materiales de pesca parecían ser evidentes, en realidad el escaso número de pruebas realizadas no aconsejaba hablar de diferencias estadísticamente significativas. También en dicho estudio se ponía de manifiesto la necesidad de reiterar las pruebas realizadas en el año 2009, utilizando para dicho estudio una mayor diversidad de artilugios y materiales, incluyendo otros no contemplados en el presente estudio como por ejemplo redeños o sacaderas, rejones metálicos, "patos", etc.

### **1.3.- INCIDENCIA DE LA PRÁCTICA DEL PIRAGÜISMO COMO VECTOR DE TRANSPORTE DE LARVAS PLANCTÓNICAS DE MEJILLÓN CEBRA**

Por otra parte, el Área de Calidad de las Aguas de la Confederación Hidrográfica del Ebro encargó a la empresa ANHIDRA SLP durante el año 2010, un informe en que se analizaba lo que indica el epígrafe de este punto. Los objetivos eran los que se especifican a continuación:

- 1.- Analizar la actividad de la práctica del piragüismo y los principales accesorios asociados a dicha actividad como vector de transporte de larvas planctónicas de mejillón cebra.
- 2.- Analizar los protocolos de limpieza existentes aplicados en la actualidad y realizar una propuesta de mejora en cuanto a la facilidad de aplicación de los mismos por parte de la CHE.

Al igual que en el primer estudio de utensilios de pesca, en el presente estudio se utilizaron diferentes complementos para valorar y, dado el caso, comparar la posibilidad de dispersión de larvas planctónicas de mejillón cebra en función del material o

implemento utilizado. De esta manera, en cada uno de los muestreos se utilizaron dos equipamientos completos formados por la embarcación ligera propiamente dicha y los accesorios para la práctica del piragüismo deportivo y recreativo en aguas tranquilas: pala, cubrebañeras, calzado, guantes, chaleco salvavidas, traje de neopreno, cuerda o cincha. De cada elemento se escogieron dos modelos de materiales diferentes, ambos de uso habitual y que se podían encontrar con facilidad en el mercado.

De los dos objetivos fijados en dicho estudio, a continuación sólo se recogen las **conclusiones extraídas textualmente en cuanto al primer objetivo en el que se valoraba la actividad del piragüismo como vector de dispersión de *Dreissena polymorpha*:**

1. El estudio realizado pone de manifiesto que la práctica del piragüismo es un vector de dispersión de larvas planctónicas de mejillón cebrá.
2. Los elementos estudiados en campo han mostrado un comportamiento heterogéneo en cuanto al grado de contaminación por larvas de *D. polymorpha*.
3. **Las embarcaciones han mostrado un mayor grado de contaminación que el resto de los complementos.** En todos los muestreos realizados se han detectado larvas de *D. polymorpha* en las aguas de lavado de las embarcaciones, y han presentado, además, una mayor concentración de larvas que los materiales complementarios.
4. **La piragua rígida de polietileno se ha mostrado como un vector más activo que la canoa de lona:** se han detectado larvas de mejillón cebrá en sus aguas de lavado en más ocasiones y siempre en mayor número. Este hecho se debe, entre otros motivos, a que la morfología de la boca de la bañera dificulta el vaciado total de la piragua, mientras que en la canoa de lona el tapón de fondo, lo facilita (aunque la exhaustividad del vaciado depende de cómo lo realice cada usuario).
5. Los complementos de la **indumentaria y equipamiento**, han mostrado diferentes grados de contaminación. Los elementos que más veces se han contaminado son los trajes de neopreno y los chalecos. Los elementos que menos se han contaminado han sido los guantes.

6. La secuencia de elementos ordenados de mayor a menor grado de contaminación observado (número de muestreos positivos y número de larvas detectadas en cada elemento) es la siguiente:

Piragua rígida > Canoa de lona > Neopreno de dos piezas >

Chaleco 2 > Escarpines neopreno > Cubrebañeras lona >

Cincha > Chaleco 1 > Neopreno de una pieza >

Pala desmontable > Pala de una pieza > Cubrebañeras neopreno >

Guantes con velcro > Escarpines goma, Guantes sin velcro

7. En cuanto a la **relación entre las densidades de larvas observadas**, el escaso número de datos (siete muestreos) no permite un tratamiento estadístico para determinar numéricamente tal correlación. En términos generales no se observa cómo una mayor densidad de larvas en el medio comporta una mayor contaminación de los utensilios que componen el equipamiento.

8. Respecto a **la reproducción y la fase planctónica del mejillón cebra**, se ha constatado una vez más que **la concentración de larvas planctónicas de mejillón cebra en la superficie de un embalse no es homogénea**. También se ha constatado que **la especie posee más de un pico reproductivo anual**.

9. **A partir de los resultados no se puede asegurar fehacientemente que el piragüismo sea una actividad que pueda contaminar una masa libre de mejillón cebra.**

a) En este estudio se ha observado que el número de larvas que un piragüista podría transportar en su equipamiento después de una jornada de actividad varía en función de la combinación de elementos y materiales que utilice: entre 17-20 larvas de media si navega con una canoa de lona y entre 31 y 69 larvas si navega con una piragua rígida.

b) Sin embargo, se desconoce el número de larvas planctónicas de mejillón cebra que sobrevivirían a la manipulación, desecación y transporte de todos los elementos empleados desde que son extraídos de una masa infestada y transportados a una masa de agua libre de mejillón cebra. Por tanto, no se puede afirmar que todas las larvas que se transportan con el equipamiento estén vivas en el momento en que ese equipamiento entra en contacto con otra masa de agua.

c) La amplia bibliografía consultada no ofrece ningún dato relevante en cuanto al número de larvas planctónicas de mejillón cebra que es necesario introducir en una masa de agua para contaminarla. Es un dato desconocido por la comunidad científica internacional. Debe tenerse en cuenta la elevada tasa de mortalidad de las larvas en la valoración de riesgo de la propagación del molusco. No obstante, parece lógico tener en cuenta también dos factores que aumentan el riesgo de dispersión de larvas en la actividad del piragüismo:

- **el amplio y creciente número de piraguas utilizadas en actividades en aguas interiores.**
- **la facilidad de movilidad de las piraguas de una masa de agua a otra.**

En las consideraciones finales del estudio, se hacía referencia a la necesidad de obtener una mayor documentación científica tendente a una mejora de la gestión de todas las actividades relacionadas con las actividades que, hipotéticamente, podían ser objeto de vector de transmisión de larvas planctónicas de mejillón cebra.

De forma también textual, se recomendaba la realización de estudios complementarios, en concreto, los siguientes:

1. Ampliar el estudio tanto con una mayor tipología de materiales, morfologías y tipos de piraguas, como de número de repeticiones en cada campaña, con la finalidad de estudiar el mayor elenco posible de alternativas existentes en el mercado y con ello, establecer una clara jerarquía en cuanto a este vector de transporte.
2. Realizar un estudio cuyo objetivo fuera determinar el rango de tiempo que las larvas planctónicas de mejillón cebra son capaces de sobrevivir en el normal desecado que sufren los elementos utilizados en la práctica habitual del piragüismo, al ser extraídos de una masa de agua infestada y ser transportados a otra masa libre de mejillón cebra.

#### **1.4.- UTILIZACIÓN DE LA TÉCNICA DE TINCIÓN VITAL COMO MEDIO DE DIFERENCIACIÓN DE LARVAS VIVAS Y MUERTAS DE MEJILLÓN CEBRA**

En relación a la resistencia de las larvas planctónicas de mejillón cebra cuando estas son transportadas río abajo a través de una masa de agua contaminada, existe un estudio muy interesante al respecto. En dicho estudio, en primer lugar se hacía constar que las masas de agua infestadas debían, en principio, funcionar como buenos reservorios de larvas planctónicas de mejillón cebra y ser un lugar desde el cual se infectarían las masas de agua situadas aguas abajo de los mismos (Horvath y Lambert, 1999). Los investigadores estudiaron qué pasaba con dichas larvas planctónicas cuando éstas eran transportadas río abajo y, por tanto, eran sometidas a todo tipo de situaciones desfavorables para la supervivencia de las larvas (turbulencias, esfuerzo cortante, choques, etc).

En síntesis, las larvas velígeras de mejillón cebra eran recogidas en el Lago Eagle mediante la utilización de una red de plancton (63  $\mu\text{m}$ ) tanto en el epilimnion como en la zona pelágica. Posteriormente se trasladaban al laboratorio en recipientes estériles de plástico. En el experimento piloto, se probaron tres concentraciones de rojo neutro y cuatro tiempos de exposición para comprobar la efectividad en la coloración de los individuos de larvas planctónicas de mejillón cebra. La dosis de rojo neutro añadida a la muestra de 300 ml, fue de 10, 13,3 y 20 mg/l, mientras que los diferentes tiempos de concentración fueron de 1, 3, 6 y 12 horas (Crippen y Perrier, 1974).

Por otra parte, para determinar si el colorante era asimilado por las larvas velígeras muertas, éstas se mataban calentando en un espacio de tiempo muy corto, hasta una temperatura de 50 °C (Crippen y Perrier, 1974).

Cuando el tiempo de exposición para las diferentes concentraciones del producto llegaba a su fin, todas las muestras se sometían a un proceso de enjuague mediante la utilización de agua destilada. Para ello se utilizaba el cubo de la parte inferior de la red de plancton con una luz de malla de 63  $\mu\text{m}$  hasta que la muestra perdiera el color rojizo característico del rojo neutro. Con posterioridad las muestras se concentraban a un volumen de 50 ml y se transferían a envases de plástico estériles. Por último, se contabilizaron un mínimo de 100 larvas velígeras en cada una de las muestras mediante el uso de la luz polarizada (Johnson, 1995). El número de aumentos fue de 20x. Después de la primera observación, se retiraba la luz polarizada para determinar si las larvas velígeras habían absorbido el producto o no. A diferencia de la metodología aplicada por Crippen y Perner (1974), en éste caso ni se fijaba ni se conservaba la muestra, sino que era procesada inmediatamente después del proceso de enjuague.

**El experimento puso de manifiesto que la utilización de la técnica de tinción vital utilizando "rojo neutro" como colorante servía para diferenciar las larvas que estaban vivas.** La prueba era que las larvas vivas habían asimilado el colorante en el interior de su organismo mientras que las muertas, no lo habían podido asimilar.

Los investigadores del experimento determinaron que la técnica de tinción vital usando ese producto podría ser una herramienta útil en estudios posteriores de dinámica poblacional del mejillón cebrá, así como en aquellos casos en que requieran identificar, por ejemplo, los factores que puedan causar la mortalidad de las larvas planctónicas.

### **1.5.- INFLUENCIA DE LA CONTAMINACIÓN BIOLÓGICA EN LA DIRECTIVA MARCO DEL AGUA**

Las Especies Exóticas Invasoras (EEI) representan una amenaza creciente para los ecosistemas acuáticos y la biodiversidad (Sala *et al.*, 2000; Cardoso y Free, 2008; Ding *et al.*, 2008) al igual que las introducciones de macroinvertebrados bentónicos en muchas masas de agua dulce en todo el mundo (Conlan, 1994; Cohen y Carlton, 1997; MacNeil *et al.*, 1999, 2009; Lovaina *et al.*, 2009). Los impactos ecológicos de la aparición de las mismas pueden ser drásticos (Pinkster *et al.*, 1992; Veldhuizen y Stanish, 1999; Ricciardi, 2001; Van Riel *et al.*, 2006). Algunas de estas especies alteran radicalmente la composición de las familias nativas a través de interacciones tales como la competencia y la depredación (Ricciardi *et al.*, 1998; Kelly *et al.*, 2003, 2006, Crawford *et al.*, 2006).

Tal y como se ha visto anteriormente, la Directiva Marco del Agua (DMA) exige la evaluación del estado ecológico de ríos con diversos factores biológicos que sean monitorizados de forma rutinaria a los cuales se añaden los parámetros físico-químicos. En este sentido el cálculo de índices bióticos (Armitage *et al.*, 1983; Wright *et al.*, 1984; Rosenberg y Resh, 1993) constituyen una herramienta importante utilizada habitualmente para evaluar la clasificación ecológica (MacNeil, 2006). **La DMA requiere lograr un buen estado ecológico en todas las masas de agua dulce para el año 2015 (Comisión Europea, 2000).**

Cardoso y Free (2008) señalan que a pesar de que la DMA no se refiere específicamente a cómo gestionar o medir la influencia de las EEI en una determinada masa de agua ni sobre cómo debe ser la composición de los macroinvertebrados bentónicos, en la actualidad existe un debate sobre cómo incorporar distintos índices que permitan su evaluación ecológica, debido a su reconocido potencial para alterar significativamente la estructura y funcionamiento de los ecosistemas acuáticos.

Siguiendo en la línea de lo expuesto en el párrafo anterior, aunque la presencia de EEI supone una reconocida presión biológica a los objetivos de la DMA (Arbaciauskas *et al.*, 2008), los métodos actuales de valoración del estado ecológico, de manera sistemática, ignoran la presencia de las mismas. De esta manera, en una determinada masa de agua donde exista una comunidad de macroinvertebrados bentónicos que contenga una alta proporción de EEI, puede estar clasificada con un buen estado ecológico (Arbaciauskas *et al.*, 2008.; Cardoso y Free, 2008).

Estos problemas se agravan cuando se usan índices biológicos como (BMWP), donde para su cálculo numérico no se hace diferenciación alguna entre especies autóctonas y alóctonas, cuando éstas últimas tienden a ser más tolerantes a la contaminación orgánica en comparación a las especies autóctonas (MacNeil *et al.*, 2000). De hecho, se ha demostrado que la presencia de EEI puede poner en peligro la valoración precisa de la calidad de los ríos si para ello se utilizan índices bióticos tales como BMWP, en donde se puede falsear el valor del índice, obteniendo un valor superior al real. Con la finalidad de integrar de forma fácil la presión originada por las EEI dentro de las campañas ordinarias de monitoreo Arbaciauskas *et al.*, (2008) propuso un método simple para evaluar la "contaminación biológica" o "biocontaminación". La biocontaminación se refiere a la presencia de un EEI (Arbaciauskas *et al.*, 2008), independientemente de su impacto ecológico (Colautti y MacIsaac, 2004; Ricciardi y Cohen, 2007) en una determinada masa de agua. En dicho trabajo se establecieron cinco clases de biocontaminación que corresponden a cinco niveles de calidad ecológica designados y dirigidos para la DMA (Comisión Europea, 2000) que permiten clasificar el estado de "alto" a "malo" y el impacto que supone la existencia de las EEI en el conjunto de macroinvertebrados nativos y que es proporcional a la aparición y abundancia de las EEI. De esta manera, el estado ecológico de clase "malo" se basa en el supuesto de que la comunidad de EEI constituyen más del 50% de las familias, o bien, más del 50% de la abundancia.

### **1.6.- RIESGO DE ENTRADA DEL MEJILLÓN CEBRA**

La posibilidad o el riesgo de que el mejillón cebra haga su entrada o "llegue" a un nuevo emplazamiento se puede estimar de forma indirecta, esto es, identificando en cada caso los posibles vectores implicados en la dispersión y analizando su posible alcance y repercusión. Este análisis debe realizarse teniendo en cuenta las actividades y los aspectos sociales ligados a cada vector, las características del ciclo vital de la especie y la capacidad de supervivencia de los propágulos durante "su traslado", ya que las larvas mueren rápidamente por desecación (aunque no siempre) y los adultos pueden sobrevivir fuera del agua varios días en función de la temperatura y la humedad ambiental (Cía, 2008).

Existen varias clasificaciones del riesgo que comportan los posibles vectores, en las que se incluyen unos elementos u otros, en función de las características físicas, ecológicas y socioeconómicas de cada zona o país y el tipo de infraestructuras relacionadas con las aguas existentes (presas, interconexión de cuencas, canales navegables, etc.).

De esta manera, en la Estrategia Nacional para el Control del Mejillón Cebra (2007), se consideran las siguientes causas de dispersión de la especie:

- El tráfico de embarcaciones.
- Los usos deportivos y recreativos del agua que suponen tráfico de material tales como pesca, buceo o baño.
- La introducción y el traslado de especies piscícolas y otras especies acuáticas, incluidas las actividades de acuicultura.
- Los trabajos de investigación y conservación en ríos.
- Las captaciones de agua para riego o abastecimiento.
- Los trasvases y canalizaciones artificiales.
- Las obras y aprovechamientos en masas de agua.
- Los hidroaviones, helicópteros y otros medios para la defensa antiincendios.

En este sentido, se muestra un caso concreto que esta empresa realizó sobre la *Susceptibilidad de las Masas de Agua a la invasión del mejillón cebra* (Tabla 3).

**Tabla 2.-** Clasificación del nivel de Riesgo de Entrada para un territorio determinado.

USOS/ACTIVIDADES	NIVEL DE RIESGO	CLASIFICACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Navegación a motor (embarcaciones particulares)</li> <li>▪ Concentraciones y competiciones náuticas</li> <li>▪ Proximidad a zonas altamente susceptibles o infectadas</li> </ul>	<b>MUY ALTO</b>	<b>5</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cotos intensivos de pesca</li> <li>▪ Pesca con redes, reteles, nasas y/o patos</li> <li>▪ Práctica libre de navegación sin motor (embarcaciones particulares)</li> </ul>	<b>ALTO</b>	4
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Obra civil</li> <li>▪ Trabajos científicos</li> <li>▪ Escuelas de pesca</li> <li>▪ Piscifactorías</li> </ul>	<b>MEDIO</b>	3
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pesca con caña desde la orilla (en general de baja intensidad y tanto en tramos libres como en cotos)</li> <li>▪ Zona de baño</li> </ul>	<b>BAJO</b>	2
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Prohibición de pesca (vedados)</li> <li>▪ Navegación sólo con embarcaciones confinadas</li> <li>▪ Baño ocasional</li> </ul>	<b>MUY BAJO</b>	1

Aunque no esté contemplado de manera explícita en los cuadros anteriores, los trasvases de agua, es uno de los vectores más importantes para la transmisión de larvas planctónicas de mejillón cebra entre diferentes masas de agua, ya estén situadas en la misma cuenca o bien situadas entre diferentes cuencas hidrográficas.

Por tanto, por todo lo comentado anteriormente, queda meridianamente claro que las actividades náuticas, en general (ver tabla 2), se consideran el principal vector de propagación de mejillón cebra, puesto que el traslado de las embarcaciones de una masa de agua a otra puede suponer la introducción, tanto de adultos como de larvas de mejillón cebra, en nuevos ambientes.

Dada la gran capacidad reproductora y de adaptación que muestra *Dreissena polymorpha*, para impedir la dispersión de la especie se impone la necesidad de regular la práctica de esta actividad y de implantar, entre otras medidas preventivas, la obligatoriedad de desinfectar las embarcaciones y el material auxiliar que haya estado en contacto con el agua.

### **1.7.- REGULACIÓN DE LA ACTIVIDAD DEL PIRAGÜISMO**

A nivel estatal, uno de los elementos que más ha influido en la evolución y la redacción de nuevos protocolos de desinfección de embarcaciones ha sido la aprobación de la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, por la cual se modifica el artículo 51 de la Ley de Aguas, que establecía la necesidad de una Declaración Responsable para la navegación en aguas interiores. La substitución de la antigua autorización administrativa por una Declaración Responsable del usuario, implica que las distintas Confederaciones Hidrográficas revisen en la actualidad los requisitos para la navegación, e incluyan en la Declaración Responsable protocolos de desinfección de embarcaciones para evitar la expansión del mejillón cebrá.

El Área de Calidad de Aguas de la Confederación Hidrográfica del Ebro, es la oficina encargada de la tramitación de estas Declaraciones Responsables de navegación en los ríos y embalses de la cuenca del Ebro, tal como establece el art. 51 del R.D.Legislativo 1/2001, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas. Dentro de las autorizaciones, se puede hacer una distinción entre las que se comunican para navegar en embalses y en ríos, así como los que comunican navegar en barca a motor, a vela o a remo.

Este Organismo de Cuenca, a consecuencia de la extensión de la plaga del mejillón cebrá al embalse de Sobrón, durante el año 2006 vio la necesidad de modificar las normas de navegación de la CHE; su Junta de Gobierno, aprobó las nuevas normas de navegación en embalses y ríos por la situación de expansión del mejillón cebrá, mediante la *Resolución de 15 de mayo de 2007*, publicada en *B.O.E. de fecha 19 de junio de 2007*. Esta *Resolución* establece un **confinamiento administrativo para las embarcaciones autorizadas en embalses de tipo C (con presencia confirmada de mejillón cebrá)** y que solamente pueden optar a autorizaciones exclusivas en estos embalses.

## **2.- OBJETIVOS DEL ESTUDIO**

Teniendo en cuenta las consideraciones finales especificadas en el estudio realizado durante el año 2010, los objetivos para este estudio son:

- 1)** Analizar la actividad de la práctica del piragüismo y los principales accesorios asociados a dicha actividad como vector de transporte de larvas planctónicas de mejillón cebra, haciendo uso de una amplia tipología tanto de materiales, morfologías y tipos de piraguas.
  
- 2)** Reproducir unas condiciones de transporte ordinarias de los elementos utilizados en la práctica habitual del piragüismo, para determinar si las larvas llegan al final del recorrido, vivas o muertas.

### **3.- ZONA DE ESTUDIO**

El embalse elegido para la realización de los trabajos, al igual que en el primer estudio descrito en el apartado de antecedentes fue el embalse de Riba-Roja (Figura 1).

La presa está construida en el término municipal de Riba-roja d'Ebre, en la provincia de Tarragona. No obstante, al igual que ocurre con otras presas, hay que destacar que no todo el embalse se encuentra ubicado dentro de la provincia de Tarragona, sino que aguas arriba, el embalse penetra en la provincia de Zaragoza (Comunidad Autónoma de Aragón).

El embalse fue construido en 1969. La explotación hidroeléctrica, principal uso del embalse, está concedida a la compañía ENDESA. Los otros usos son los de abastecimiento y riego.

Las actividades recreativas que se desarrollan en él son navegación, baño y pesca.



## **4.- MATERIAL Y MÉTODOS**

### **4.1.- MATERIALES EMPLEADOS**

Para la consecución del primer objetivo, tanto las piraguas como sus complementos debían ser impregnados de agua contaminada. Para ello, en los muestreos de campo participaban dos personas, cada una de las cuales iba ataviada con todos los complementos necesarios para la práctica del piragüismo practicando dicha actividad durante aproximadamente 1 hora

Se utilizaron **3 embarcaciones diferentes** (Figura 2):

1. **Embarcación 1:** piragua rígida modelo RAINBOW OASIS de polietileno superlineal de 3,50 m de eslora sin redes ni tambucho.
2. **Embarcación 2<sup>1</sup>:** piragua rígida modelo RAINBOW OASIS de polietileno superlineal de 3,00 m de eslora sin redes ni tambucho sometida a transporte e en la baca del coche durante una distancia de 75 km.
3. **Embarcación 3:** kayak hinchable modelo SEVYLOR COLORADO KCC335 con el interior de PVC cubierto con funda de nylon reforzado y fondo en tela untada de 330 cm de eslora.



**Figura 2.-** Embarcaciones utilizadas para la realización del estudio.

---

<sup>1</sup> Embarcación transportada desde el embalse de Riba-roja hasta las dependencias de Anhidra SLP, lugar donde se procede a la limpieza de la embarcación para la toma de la muestra.

### **Muestra tomada en el interior de la embarcación transportada.**

Con la finalidad de diferenciar entre el agua procedente del lavado de la muestra y el agua transportada en el interior de la piragua, se recogía todo el agua que se había introducido en el habitáculo de la piragua (Embarcación 1). Antes de ello, se dejaba la piragua postrada en una posición que asegurara la máxima evacuación de agua posible e incluso se procedía, entre los dos técnicos que realizaban el muestreo, a agitar la embarcación con fuertes movimientos para aumentar el secado de la piragua y con ello simular las condiciones normales del traslado.

### **El número de muestras obtenidas de esta manera era de 3.**

Los **complementos usados** en la práctica del piragüismo y las características de las mismas son los que se detallan a continuación (Figura 3):

- **Chaleco 1:** chaleco con protección cervical, modelo CAPPYMAR NEPTUNO BASIC 100 N, de nylon y espuma de polietileno.
- **Chaleco 2:** chaleco con cremallera, modelo TRIBORD DG 300 50 N, de espuma de polietileno y tejido con revestimiento de poliuretano.
- **Chaleco 3:** chaleco con cremallera, modelo TRIBORD DG 300 50 N, de espuma de polietileno y tejido con revestimiento de poliuretano.
- **Calzado 1:** escaarpines de neopreno modelo TECNOMAR con cremallera lateral de nylon y suela de goma con relieve antideslizante.
- **Calzado 2:** escaarpines de goma (SEBS) de una pieza modelo TRIBORD ESCARPINES BAJOS 100, con suela rugosa.
- **Calzado 3:** escaarpines de goma modelo SUPERFREAK TROPICAL.
- **Cubrebañera 1:** cubrebañera de neopreno modelo SUPRA RIVER PEOPLE STUFF.
- **Cubrebañera 2:** cubrebañera de lona de nylon modelo BOREAL DESIGN.
- **Pala 1:** Pala naranja. Modelo Rotomod Sandard Adulto.
- **Pala 2<sup>2</sup>:** Pala azul 1. Modelo Sevylor. Anodized kayak paddle.
- **Pala 3:** Pala azul 2. Modelo Sevylor. Anodized kayak paddle.
- **Traje de neopreno 1.** Traje integral de neopreno.
- **Traje de neopreno 2.** Traje integral de neopreno.

### **El número de muestras obtenidas de esta manera era de 12.**

---

<sup>2</sup> Embarcación transportada desde el embalse de Riba-roja hasta las dependencias de Anhidra SLP, lugar donde se procede a la limpieza de la embarcación para la toma de la muestra.



**Figura 3.-** Detalle de los complementos asociados a la práctica del piragüismo objeto de estudio.



**Figura 4.-** Detalle de unas de las placas de sustrato artificial usada durante el presente estudio.

En cada una de las embarcaciones se colgaba una placa testigo de metacrilato. Las dimensiones de las mismas eran de 36 cm de largo, 13 cm de ancho y un espesor de 3 mm. En dichas placas se trazaba la diagonal y a una distancia de 7,5 cm del borde, se realizó un orificio mediante la utilización de una broca. De uno de los orificios se hacía pasar una cuerda cuyo extremo se ataba a una de las piraguas. Del otro orificio también se hacía pasar una cuerda y en su extremo se colgaba un peso. De esta manera se aseguraba que el sustrato artificial se mantuviera sumergido durante la duración de la sesión del piragüismo, evitando que éste flotara (Figura 4).

**El número de muestras obtenidas de esta manera era de 2** (1 por cada uno de los dos metacrilatos procesados en campo).

Por último, con la finalidad de obtener una correlación entre la densidad de larvas planctónicas de mejillón cebra existentes en la superficie del embalse con la larvas que pudieran quedar adheridas tanto en las piraguas como en los accesorios, se tomaba una muestra de 100 litros en la superficie de la lámina de agua del embalse de Riba-roja.

**El número de muestras obtenidas de esta manera era de 1.**

En resumen, el número de muestras obtenidas para cada una de las campañas fue:

- Muestras procedentes de las embarcaciones: 3
- Muestras procedentes de los complementos: 12
- Muestras procedentes de los sustratos artificiales: 2
- Muestra procedente de la piragua transportada más complementos: 1
- Muestra procedente de la superficie de la lámina de agua: 1

➤ **TOTAL DE LAS MUESTRAS/CAMPAÑA: 19**

#### **4.2.- PROTOCOLO DE ACTUACIÓN**

En cada muestreo todo el material de estudio se introducía en el embalse y permanecía en su interior alrededor de una hora. Para ello, dos técnicos de Anhidra SLP eran los encargados de enfundarse toda la indumentaria y practicar la actividad del piragüismo haciendo uso de todos los complementos enumerados anteriormente. Una vez que el tiempo especificado llegaba a su fin, se procedía como normalmente se haría tras acabar una jornada de navegación: volcando y sacudiendo las embarcaciones para vaciar de agua los cascos y el resto de los materiales, dejándolos escurrir hasta el momento que todos los elementos (indumentaria e complementos), dejaran de gotear.

#### **4.3.- PROCESADO DE LAS EMBARCACIONES Y DE LOS COMPLEMENTOS "IN SITU"**

Mientras el material iba perdiendo el exceso de agua, se disponía sobre el suelo una lámina de plástico formando un recinto de lavado estanco (Figura 5). En el interior de ese recinto se lavaban por separado cada una de las embarcaciones y los elementos auxiliares utilizados<sup>3</sup>. El lavado se realizaba con una atomizadora convencional llena de agua exenta de larvas de *Dreissena polymorpha* (agua no procedente del embalse), con la que se realizaba un barrido de toda la superficie del elemento que ese momento era objeto de lavado, de modo que se desprendían las larvas que se hubieran adherido a él,

---

<sup>3</sup> El material de pequeño tamaño se lava de manera que las aguas de lavado caigan directamente en un recipiente más manejable que facilite su recogida.

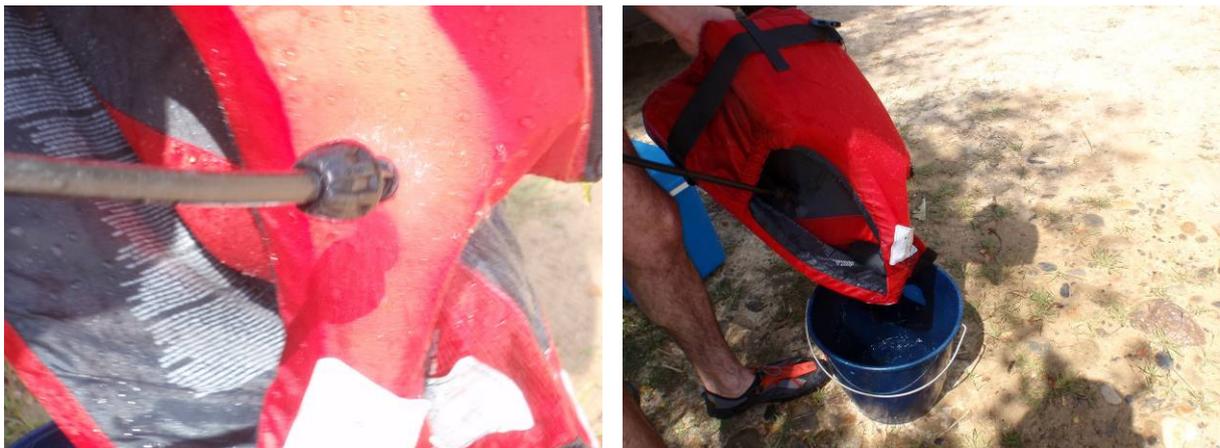
prestando una especial atención a los huecos, costuras y recovecos donde pudiera quedar agua del embalse.



**Figura 5.-** Detalle del proceso de limpieza o enjuague de una de las embarcaciones para la toma de muestra correspondiente.

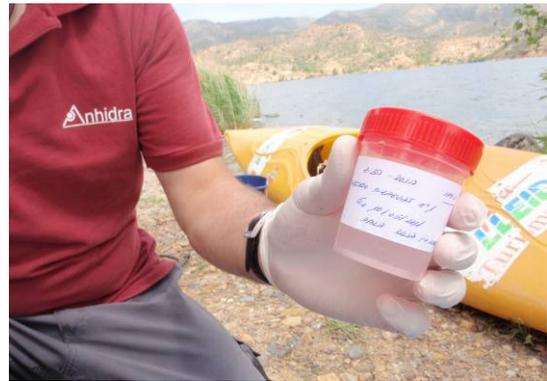
Las aguas de lavado eran filtradas a través de una red de plancton de 50  $\mu\text{m}$  para reducir el volumen de la muestra. El volumen de agua que quedaba alojado en el receptáculo final de la red de plancton, se trasvasaba a un recipiente estéril de 100 ml, el cual se etiquetaba convenientemente para identificar la muestra (fecha, lugar y elemento del que procedía el agua).

En cuanto al resto de los complementos, eran enjuagados dentro de un cubo de plástico, poniendo especial empeño en limpiar todos los pliegues que pudieran mostrar los diferentes complementos (Figura 6 y 7).



**Figura 6.-** Detalle del lavado de los complementos.

Las muestras se alojaban en el interior de una nevera portátil para su transporte hasta las dependencias de Anhidra y permanecían en un frigorífico hasta su análisis.



**Figura 7.-** Recogida de muestras: limpieza del implemento, trasvase al recipiente estéril y etiquetado.

#### 4.4.- PROCESADO DE LA EMBARCACIÓN TRANSPORTADA Y DE LOS COMPLEMENTOS

Tal y como ha quedado reflejado en una nota a pie de página cuando se hacía referencia a la embarcación número 2, y con la finalidad de lograr el objetivo número 2, éste se procesaba en las dependencias de Anhidra SLP. Para ello, después de que la embarcación fuera sometida a un proceso de secado natural (sin ayuda extra), se colocaba en la baka del vehículo y se transportaba unos 75 km desde el embalse hasta las dependencias de Anhidra, en la ciudad de Lleida. Una vez allí, se colocaba una superficie impermeable y se enjuagaba mediante la utilización de una manguera conectada a un grifo de la red de abastecimiento de agua de boca (agua "limpia").

No sólo se enjuagaba o se limpiaba la embarcación sino que también eran procesadas en el mismo conjunto la embarcación, la pala 2, una de las placas de metracrilato y un pantalón corto de deporte (Figura 8). El transporte de estos complementos se realizaba en el interior del vehículo de Anhidra.



**Figura 8.-** Detalle del transporte de la embarcación, procesado de la misma en las dependencias de Anhidra y recogida de la muestra (Foto: Anhidra SLP).

#### **4.5.- DESINFECCIÓN DEL MATERIAL**

Una vez finalizada la recogida de muestras, se desinfectaban las tres embarcaciones, el equipamiento y el material de muestreo (sonda de temperatura, redes, cubos, etc) con una solución de agua y peróxido de hidrógeno de la casa comercial OX-CTA al 2% (Figura 9).



**Figura 9.-** Desinfección de las embarcaciones y el equipamiento (Foto: Anhidra SLP).

#### **4.6.- TINCIÓN VITAL DE LA MUESTRA**

Una vez obtenida la muestra correspondiente a la piragua y de los complementos transportados, se procedía a la tinción de la muestra. La dosis elegida fue de 13,3 mg/l, y el tiempo de exposición fue de 3 horas. Pasado este tiempo, la muestra se enjuagaba hasta eliminar el exceso de tinción que dificultara la visualización de las larvas y su estado (vivas o muertas). Para ello se vertía la muestra en el interior del receptáculo inferior de la red de plancton y a continuación se añadía agua destilada en abundante cantidad hasta que la muestra quedara convenientemente clara. A continuación, se concentraba la muestra hasta un volumen de 60 mm y, de esta manera, la muestra resultante, se colocaba en el interior de los tubos centrífugos; a partir de ahí se sigue el mismo proceso que el descrito en el siguiente punto.

#### **4.7.- ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS**

##### **4.7.1.- Muestras no sometidas al proceso de tinción vital**

Una vez que se obtenían las muestras según los procesos descritos anteriormente eran trasladadas al laboratorio, donde eran procesadas. Para ello, el volumen de la toda la muestra se colocaba en el interior de tubos centrífugos y se sometía a un proceso de centrifugación. La velocidad de giro de los tubos hace que las larvas de mejillón cebrá junto con todo el material suspendido en el agua, precipite en el fondo de los tubos. La velocidad de centrifugación de la muestra es de 3.000 r.p.m. (revoluciones por minuto), mientras que el tiempo de centrifugación es de 10 minutos.

Una vez que el tiempo de centrifugación estipulado llegara a su fin, los tubos eran retirados de la centrifugadora. El sobrenadante era retirado mediante la utilización de una pipeta. El poso resultante de toda esta operación, era absorbido desde el fondo de los tubos centrífugos y colocado en un porta, cubriéndose con posterioridad para un posterior manejo.

El último paso de este proceso consiste en la observación de éstos portas a través de las lentes de un microscopio de luz polarizada. Los aumentos utilizados para la observación de las larvas de mejillón cebrá era de 40x. La identificación de las larvas de mejillón cebrá se realiza de forma sencilla. El indicativo que permite dicha tipificación, son las cruces de malta observables en sus valvas cuando son observados a través de una lente de las características comentadas y también la morfología externa de dichas larvas en comparación con otros organismos con los que podrían ser confundidos.

##### **4.7.2.- Muestras sometidas al proceso de tinción vital**

El proceso es el mismo que el detallado hasta el final del proceso descrito en el punto anterior. Únicamente existe una diferencia lógica al final del proceso cuando se observan las larvas. La observación de las larvas debe ser muy individualizada y dirigida.

La finalidad del proceso era comprobar si el colorante utilizado durante la tinción vital había sido incorporada al organismo de la larva y por tanto dicha larva estaba viva al llegar a las dependencias de Anhidra después de realizar el viaje, o por el contrario, la tinción no había sido incorporada y por tanto, la larva estaba muerta bien desde el momento de su captura o bien murió en el traslado del conjunto procesado en las dependencias de Anhidra (embarcación más los complementos).

#### **4.8.- CAMPAÑAS REALIZADAS**

Con la finalidad de obtener muestras durante los periodos de reproducción del mejillón cebrá, se distribuyeron las campañas en los meses centrales del ciclo reproductivo de la especie. No obstante, la cadencia de los muestreos estaba adaptada a dicho ciclo intensificando los muestreos en los periodos críticos de reproducción (mayo-junio).

Las fechas en que fueron realizadas las campañas son las que a continuación se reflejan:

- 1º campaña: 10/05/2011
- 2º campaña: 19/05/2011
- 3º campaña: 02/06/2011
- 4º campaña: 23/06/2011
- 5º campaña: 12/07/2011
- 6º campaña: 18/08/2011
- 7º campaña: 08/09/2011

## 5.- RESULTADOS DE LOS MUESTREOS

En la tabla siguiente (Tabla 4) se muestran los resultados obtenidos en los 7 muestreos para los materiales descritos en el **Punto. 4.1**

**Tabla 3.-**Resultados de los muestreos.

Material	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3	Muestreo 4	Muestreo 5	Muestreo 6	Muestreo 7	Total
Embarcación 1	2	4	39	56	25	0	2	<b>128</b>
Embarcación 2	1 muerta	1 viva	2 muertas 2 vivas	2 muertas 1 viva	-	-	-	-
Embarcación 3	0	4	40	15	2	0	0	<b>61</b>
Muestra interior	0	1	17	43	4	30	8	<b>103</b>
Chaleco 1	0	0	2	0	3	0	0	<b>5</b>
Chaleco 2	0	1	0	0	0	1	0	<b>2</b>
Chaleco 3	0	0	55	0	0	1	0	<b>56</b>
Pala 1	0	0	10	0	0	0	2	<b>12</b>
Pala 2	0	1	0	0	0	0	0	<b>1</b>
Calzado 1	0	1	2	0	0	0	0	<b>3</b>
Calzado 2	0	5	0	9	2	0	0	<b>16</b>
Calzado 3	0	1	0	6	2	0	1	<b>10</b>
Cubrebañeras 1	0	0	5	5	38	0	1	<b>49</b>
Cubrebañeras 2	0	0	1	0	9	0	0	<b>10</b>
Placa sustrato 1	0	0	1	0	0	0	0	<b>1</b>
Placa sustrato 2	0	0	3	0	0	0	0	<b>3</b>
Traje neopreno 1	0	15	3	24	0	0	0	<b>42</b>
Traje neopreno 2	0	5	2	9	20	0	1	<b>37</b>
<b>Total muestreo</b>	<b>2</b>	<b>38</b>	<b>180</b>	<b>167</b>	<b>105</b>	<b>32</b>	<b>15</b>	<b>539</b>
Muestras de agua	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3	Muestreo 4	Muestreo 5	Muestreo 6	Muestreo 7	Valor medio
Muestra 1	0,27	1,11	45,26	66,45	12,82	5,07	1,16	21,3 larvas l <sup>-1</sup>
<b>Temperatura</b>	18,70 °C	19,50 °C	22,10 °C	23,50 °C	<b>NC*</b>	25,30 °C	26,60 °C	22,61 °C

\* A causa de un problema de funcionamiento de la sonda no se pudo determinar la temperatura del agua del embalse.

## 6.- DISCUSIÓN

Los resultados en cuanto al número de larvas planctónicas de mejillón cebra halladas en las embarcaciones y en los complementos utilizados, a lo largo de las 7 campañas, en este estudio son notablemente heterogéneos al igual que pasara con los resultados obtenidos del estudio realizado en 2010, en relación a la incidencia de la actividad del piragüismo como vector de transmisión del mejillón cebra.

La siguiente tabla (Tabla 5) muestra una breve estadística del comportamiento de los materiales de estudio en campo frente a la contaminación por larvas de *D. polymorpha*.

**Tabla 4.-** Estadística del comportamiento de los materiales de estudio en campo frente a la contaminación por las larvas de mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*).

Material	Muestras positivas	Nº de larvas detectadas			
		Mínimo	Máximo	Medio	Total
Embarcación 1	6	0	56	18,29	128
Embarcación 2	4	0	4	1,28	9
Embarcación 3	4	0	40	8,71	61
Muestra interior	6	0	43	14,71	103
Chaleco 1	2	0	3	0,71	5
Chaleco 2	2	0	1	0,29	2
Chaleco 3	2	0	55	8,00	56
Pala 1	2	0	10	1,71	12
Pala 2	1	0	1	0,14	1
Calzado 1	2	0	2	0,43	3
Calzado 2	3	0	9	2,29	16
Calzado 3	4	0	6	1,43	10
Cubrebañeras 1	3	0	38	7,00	49
Cubrebañeras 2	2	0	9	1,43	10
Placa sustrato 1	1	0	1	0,14	1
Placa sustrato 2	1	0	3	0,43	3
Traje neopreno 1	3	0	24	6,00	42
Traje neopreno 2	4	0	20	5,29	37

Después de observar los datos aportados en las dos tablas anteriores (Tabla 4 y 5) se concluye que las embarcaciones son el elemento que más puede comportarse como vector en la dispersión de larvas de mejillón cebra. La embarcación 1, presentaba larvas de mejillón cebra en 6 de los 7 muestreos realizados, mientras que la embarcación 3 también aparecía infestada en cuatro de los siete muestreos.

Otros complementos también aparecen infestados en cuatro de siete muestreos, como pueden ser el calzado 3 y el traje de neopreno 2, pero esta infestación es más grave en cuanto al número de larvas se refiere. El valor de infestación medio para la embarcación 1 es de 18,29 mientras que para la embarcación 3 es de 8,71.

Al igual que sucedía en el estudio efectuado en 2010, contrasta el valor medio de larvas halladas en la embarcación 3. Por las características del material del que está compuesto la embarcación (lona) y por las singularidades morfológicas de la misma, a priori, parece que esta embarcación debe ser un vehículo más eficaz como vector de dispersión del mejillón cebra en comparación a la primera embarcación. Sin embargo las 14 campañas realizadas entre los dos estudios (2010 y 2011) demuestran lo contrario.

Por otra parte, también un hecho muy destacable es la submuestra que se tomó del interior de la embarcación 3. Esta muestra estaba infestada de larvas planctónicas de mejillón cebra en 6 de 7 campañas y si hablamos en términos de unidades de larvas planctónicas, la muestra presenta un número más elevado (14,71 unidades de valor medio) en comparación con la muestra obtenida de la limpieza de la embarcación (8,71 unidades de valor medio). Este hecho pone de manifiesto la importancia que tiene el proceder a una buena desecación y desinfección de una embarcación utilizada en aguas infestadas de mejillón cebra antes de que ésta sea trasladada a una masa limpia.

En cuanto a los complementos propiamente dichos, atendiendo al número de muestreos positivos y al número de larvas detectadas en cada elemento a lo largo de este estudio (valores medios de la Tabla 5), los distintos elementos se pueden ordenar según su grado de contaminación mostrado. La secuencia, de mayor a menor grado de contaminación observado, es la siguiente:

**Chaleco > cubrebañeras > Traje neopreno > Calzado > Palas**

El número máximo de larvas en un muestreo se ha observado en el chaleco (55 larvas), seguido del cubrebañeras (38), y después el traje de neopreno (24 y 20 respectivamente). Sin embargo, el elemento que ha retenido más larvas durante los distintos muestreos es el neopreno de 2 piezas (53 larvas). No obstante, estos valores, aun siendo totalmente ciertos, se atribuyen a manipulaciones diferenciales de dichos complementos durante el procesado de las muestras. Los técnicos de Anhidra seguían el protocolo descrito anteriormente. No obstante, tal y como puede ocurrir a cualquier persona que practica la actividad del piragüismo, por descuido o por cualquier otro hecho

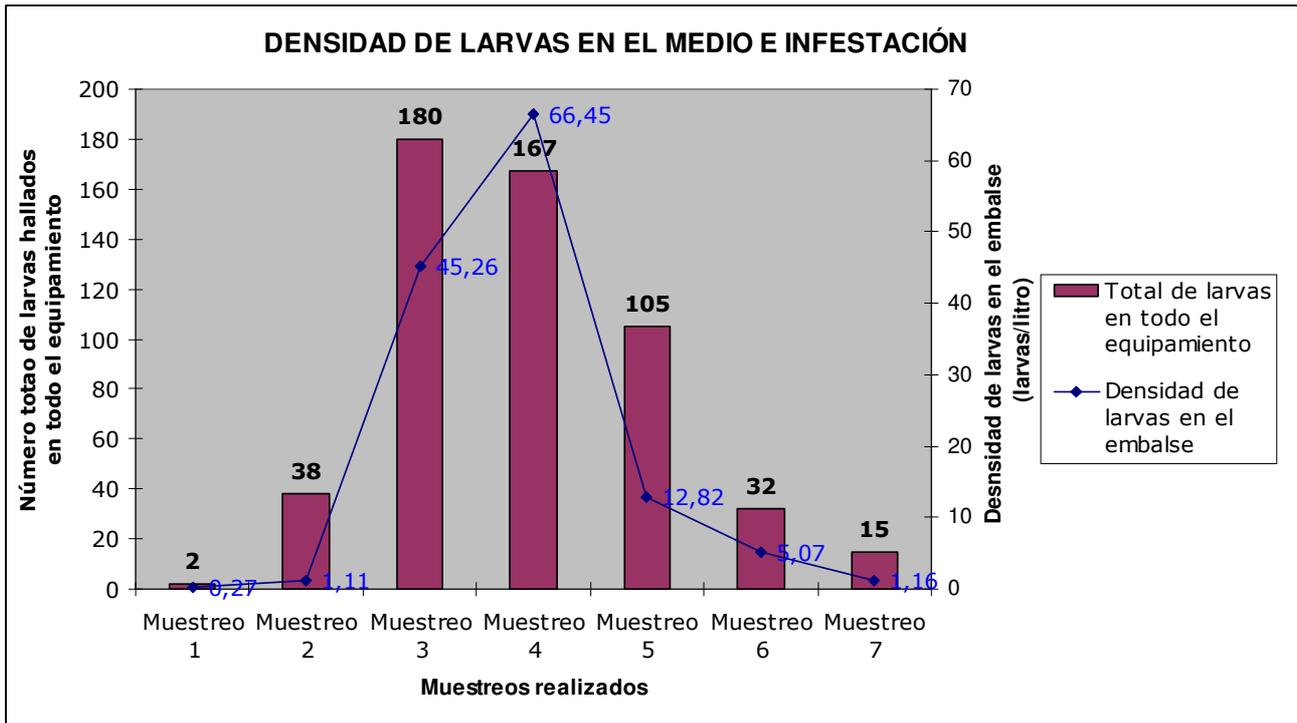
no previsto, no siempre se le proporciona el mismo "tratamiento" a los complementos antes de ser recogidos y alojados en el interior del vehículo. Por tanto este valor tan excesivamente alto en comparación al resto (el siguiente valor es de 1), se atribuye a un "escurrido" del chaleco de menor grado en comparación al resto de las campañas. Un hecho similar es el que ocurre con la pala 1 (valor máximo: 10, valor medio: 1,71), al igual que con el cubrebañeras 1 (valor máximo: 38, valor medio: 7,00). Los trajes de neopreno también presenta dos valores altos: 15 y 24 larvas como valor máximo de larvas de mejillón cebrá en cuanto al traje de neopreno 1 y 9, y 20 larvas en cuanto al traje de neopreno 2.

Respecto a la frecuencia de contaminación, es necesario hacer constar que no se ha encontrado ningún elemento que no haya sido infestado por lo menos en una de las campañas realizadas. A continuación se enumeran los diferentes complementos ordenados de mayor a menor grado de infestación en cuanto a la frecuencia de la misma:

**Calzado 3 >Traje de neopreno 2 >Cubrebañeras 1 >Calzado 2 >Chalecos (1, 2 y 3) > Calzado 1 >Cubrebañeras 2 >Pala 1 >Pala 2 >placas de sustrato artificial**

En cuanto a la **relación entre las densidades de larvas observadas en el embalse y las detectadas en el material estudiado**, en términos generales se observa cómo una mayor densidad de larvas en el medio comporta una mayor contaminación de los utensilios que componen el equipamiento (Figura 10). No obstante, es entre los muestreos números 3 y 4 donde se rompe esta tendencia, coincidiendo además con los valores máximos de densidad de larvas planctónicas de mejillón cebrá en la superficie de la lámina de agua del embalse de Riba-roja. En el muestreo número 3, la densidad media de larvas en el embalse es de 45,26 larvas/l y el total de larvas halladas en todo el equipamiento es de 180, mientras que en el muestreo número 4 la densidad media de larvas planctónicas en la lámina de agua es de 66,45 larvas/l, mientras que el número de larvas planctónicas halladas en el equipamiento es de 167. En estos dos casos se rompe la tendencia mostrada en los otros 5 muestreos de tal manera que no se detecta el mayor número de larvas en los complementos, coincidiendo con la mayor densidad de larvas planctónicas de mejillón cebrá en la superficie de la lámina de agua del embalse de Riba-roja.

Sin embargo el escaso número de datos (siete muestreos) no permite realizar un tratamiento estadístico para determinar numéricamente tal correlación.



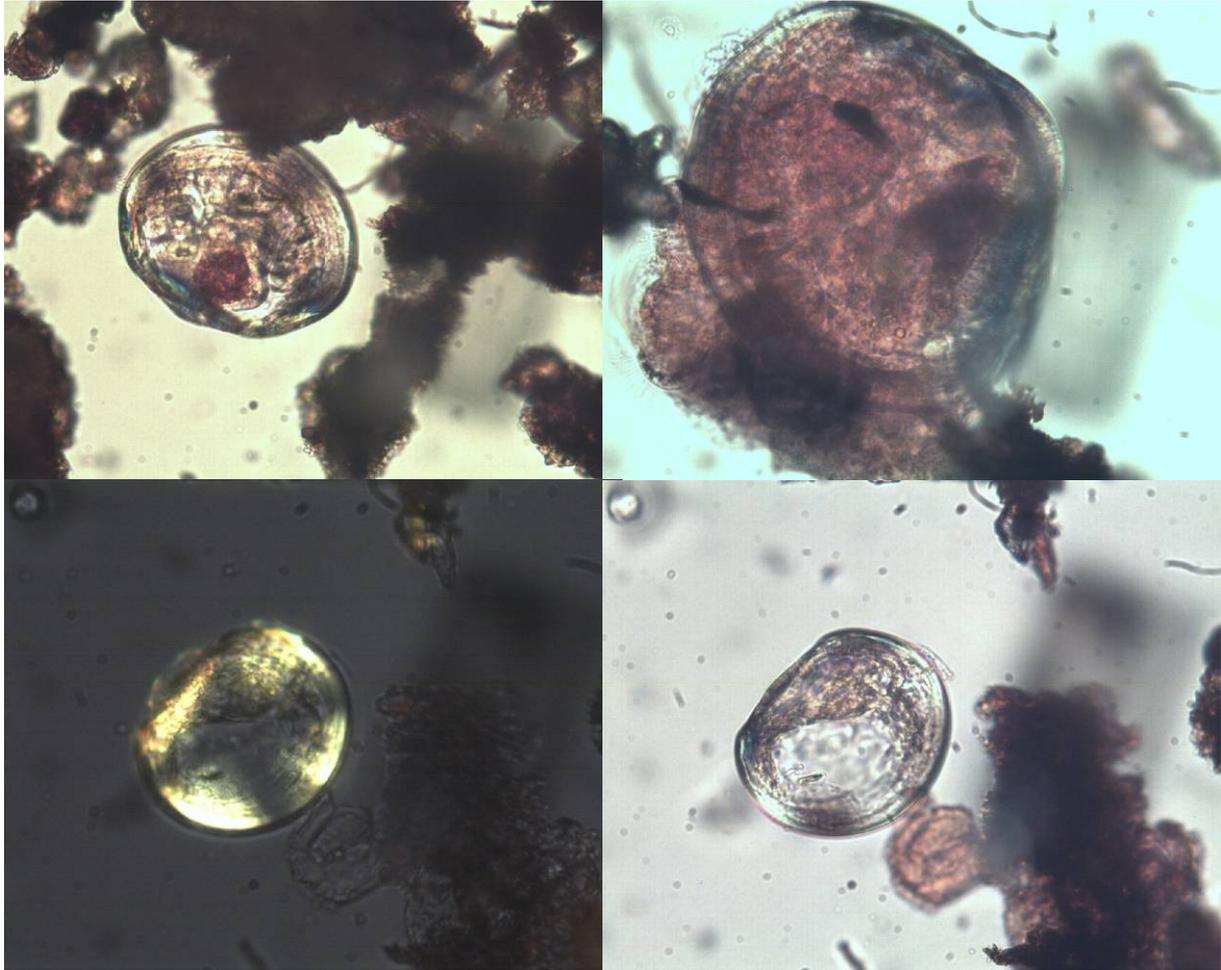
**Figura 10.-** Densidades observadas en el embalse (larvas l<sup>-1</sup>) y grado de contaminación del equipamiento (número total de larvas).

Aunque no sea un objetivo del presente estudio, a continuación se harán unos apuntes en cuanto al ciclo reproductivo de la especie se refiere. Se observa claramente que el primer pico reproductivo es el que se produce coincidiendo con el tercer (02/06/2011), cuarto (23/06/2011) y quinto muestreo (12/07/2011). No obstante, la densidad de larvas planctónicas de la lámina de agua del embalse de Riba-roja en éste último muestreo (12,82 larvas/l) es muy inferior en comparación con los otros dos valores: 66,45 larvas/l para el caso del cuarto muestreo (máxima densidad de larvas) y 45,26 larvas/l para el caso del tercer muestreo. El resto de los valores son significativamente inferiores a los citados.

Estos valores, 0,27 larvas/l y 1,11 larvas/l correspondientes al primer y segundo muestreo respectivamente, describen el escenario previo al comienzo de la reproducción. Los otros dos valores restantes, 5,07 larvas/l y 1,16 larvas/l, describen el escenario de final del primer pico reproductivo de la especie en el embalse de Riba-roja (Figura 10). No obstante, tal y como han demostrado otros estudios realizados en este mismo embalse, ponen de manifiesto que el mejillón cebra posee más de un pico reproductivo al año (Cia, 2008).

Por otra parte, tal y como se ha comentado en el apartado de los objetivos, este estudio debía determinar si las larvas planctónicas de mejillón cebra que pueden infectar tanto las embarcaciones como los complementos usados para la práctica del piragüismo, son capaces de sobrevivir a un viaje de cierta distancia, estando sometidas a las lógicas condiciones de desecación propias del viaje.

De esta manera, de las 7 campañas llevadas a cabo, en 4 de ellas se han detectado larvas de mejillón cebra en el conjunto formado por la embarcación 2 más los complementos (pantalón corto de deporte, placa de sustrato artificial y la pala de la embarcación). El número de larvas halladas ha sido muy bajo con un número máximo de 4 larvas. De estas 4 campañas donde el material llegó infectado tras el viaje de 75 km, en la primera campaña (10/05/2011), la larva llegó muerta puesto que no presentaba pigmentación de color rojo en los órganos interiores. De las tres campañas siguientes llevadas a cabo los días 09/05/2011, 06/06/2011 y 23/06/2011, se hallaron larvas vivas de mejillón cebra. En la primera de estas campañas (09/05/2011) sólo fue hallada una larva la cual se encontraba viva en el momento de ser observada bajo el microscopio. En la segunda de estas tres (02/06/2011), se hallaron 4 larvas. Dos de ellas estaban vivas y las otras dos se encontraban muertas. Y, por último, en la tercera de estas campañas (23/06/2011), se hallaron un total de 3 larvas de mejillón cebra. De éstas 2 se encontraban vivas mientras que la otra larva había muerto.



**Figura 11.** En las imágenes se pueden apreciar la morfología que presentan las larvas que han filtrado e incorporado los micro pigmentos a los órganos vitales del organismo. Se observa con total nitidez la coloración rojiza que ha transferido la técnica de la tinción vital a las larvas planctónicas de mejillón cebra (las dos instantáneas de arriba). Por el contrario, las dos instantáneas de abajo no muestran esta pigmentación característica, hecho por el cual se concluye que las larvas estaban muertas en el momento que se les aplicó el rojo neutral.

Tal y como se ha venido indicando a lo largo del documento, el modo de determinar si la larva había llegado viva a las dependencias de Anhidra después de realizar el viaje, era la observación de los órganos internos de la larva, para comprobar si éstos estaban pigmentados. Esta coloración se produce durante el proceso de filtración natural del mejillón cebra, en el cual los micro pigmentos son incorporados al organismo del individuo y éstos le transfieren una tonalidad propia del elemento utilizado en la tinción vital, en este caso el rojo neutro. No obstante, aun en el caso de que ésta metodología ofreciera algún tipo de dudas, que no fue el caso, se produjo la especial circunstancia o hecho, de que algunos individuos observados durante el proceso final bajo microscopio, mantenían plenas las facultades vitales. Estos individuos mostraban el velum totalmente

desplegado, filtraban con total naturalidad, se observaba con total nitidez el movimiento de los órganos internos de los individuos y además se podía observar movimientos rotatorios propios de las larvas de mejillón cebra (Figura 11).

Desde Anhidra, se estima que el lugar físico más probable donde se refugian las larvas planctónicas de mejillón cebra para sobrevivir a las condiciones de secado propias del traslado de una embarcación atada en la baca de un vehículo, es el interior del casco de la embarcación o dicho de otra manera, el habitáculo interior donde se ubica el piragüista. Esta hecho viene respaldado por la muestra que se tomó en el interior de la embarcación 1. La muestra en ocasiones, 6º y 7º muestreo (18/08/2011 y 08/09/2011) albergó un número más elevado de larvas que la muestra obtenida del enjuague de la misma embarcación. Además es el lugar donde más volumen de agua puede quedar ubicado una vez que la embarcación haya sido sometida a un proceso normal de escurrido, antes de colocarla en la baca del vehículo.

Por tanto, se concluye que las larvas planctónicas de mejillón cebra pueden sobrevivir a un viaje de cierta magnitud entendiéndose como tal, aquel viaje que tenga una duración entorno a unos 45 minutos. Este lapso de tiempo, es lo suficientemente amplio para que una embarcación que haya practicado el piragüismo en una masa de agua infestada de mejillón cebra, traslade larvas planctónicas de mejillón cebra vivas a otra masa de agua, en un radio de acción mínimo de unos 75 kilómetros. Por tanto se pone en evidencia que la actividad del piragüismo es un vector activo en la propagación de larvas planctónicas de mejillón cebra de una masa infestada a una masa de agua limpia.

Lo que no se ha determinado en el presente estudio y tampoco se ha encontrado en la literatura científica internacional consultada, el número de larvas de mejillón cebra que hay que inocular a una masa de agua en donde no exista el mejillón cebra para que se asiente una población estable de mejillón cebra. Lo que no cabe duda es que el número de larvas necesarias para que se origine este proceso de infestación debe ser alto y seguramente también, el proceso de infestación, deberá ser continuado en el tiempo. No obstante, existe una gran cantidad de embarcaciones en la cuenca del Ebro que con su actividad puedan confluir las dos condiciones que se han citado: inoculación de una gran cantidad de larvas de mejillón cebra y que este hecho tenga lugar de forma continuada en el tiempo.

## **7.- CONCLUSIONES**

Las conclusiones extraídas del presente estudio son las que se determinan a continuación:

1. **La actividad del piragüismo puede ser vector de propagación de larvas de mejillón cebra** ya que pueden ser transportadas tanto por las embarcaciones como por los complementos utilizados en dicha actividad. Deben tomarse medidas preventivas para reducir el riesgo de transmisión de larvas del molusco (véase recomendaciones de buenas prácticas de la página 61).
2. Una conclusión asociada a la primera y que puede erigirse como la principal conclusión de éste estudio es que **las larvas planctónicas de mejillón cebra pueden sobrevivir a un viaje de cierta magnitud** entendiéndose como tal, aquel viaje que tenga por lo menos una duración entorno a unos 45 minutos. Este estudio ha constatado que las larvas pueden llegar vivas en un radio de desplazamiento de 75 kilómetros en una embarcación de polietileno superlineal de 3,00 m de eslora sin redes ni tambucho, colocada en disposición horizontal en la baka de un automóvil. Por lo que **la práctica del piragüismo puede trasladar larvas vivas de mejillón cebra** en un radio de acción aun sin determinar.
3. La técnica de la tinción vital mediante la coloración de los órganos internos de las larvas de mejillón cebra a través de la adición a la muestra de una dosis prefijada de "rojo neutro" se muestra como una herramienta muy válida para la diferenciación del estado fisiológico de las larvas de mejillón cebra (vivas y muertas).
4. El agua ubicada en el interior del receptáculo de la piragua es la que ofrece, a priori, el mayor peligro en cuanto al transporte de larvas vivas de mejillón cebra. En consecuencia las labores de desecado y desinfección de las embarcaciones y de los complementos utilizados para la práctica de la actividad del piragüismo, se erigen como unas buenas prácticas ineludibles para evitar la infestación de una masa de agua exenta de poblaciones de mejillón cebra a partir de una masa en la que sí existan dichas poblaciones y por tanto larvas planctónicas que pueden ser transportadas.
5. Los resultados en cuanto al número de larvas halladas tanto en las embarcaciones como en los complementos son muy heterogéneos.

6. La embarcación es el elemento, en comparación con los complementos utilizados para la práctica del piragüismo, que más activamente puede contribuir a la dispersión de larvas de mejillón cebra.

7. En cuanto a los complementos propiamente dichos, la secuencia ordenada de mayor a menor grado de contaminación es la siguiente:

**Chaleco > cubrebañeras > Traje neopreno > Calzado > Palas**

8. Los valores extremadamente altos de número de larvas halladas en un determinado implemento, se atribuyen a procesos de escurrido de menor índole que el normal realizado en el resto de las campañas.

9. Los complementos ordenados de mayor a menor grado de infestación en cuanto a la frecuencia de la misma se refiere, es la que se refleja a continuación:

**Calzado 3 > Traje de neopreno 2 > Cubrebañeras 1 > Calzado 2 > Chalecos (1, 2 y 3) > Calzado 1 > Cubrebañeras 2 > Pala 1 > Pala 2 > placas de sustrato artificial**

10. No existe una buena correspondencia entre la densidad de larvas planctónicas de mejillón cebra halladas en la lámina de agua del embalse de Riba-roja y el número de larvas halladas en los complementos. Sí es cierto que en la mayoría de los casos se produce esta circunstancia pero no en todos los casos tal y como ha quedado convenientemente reflejado en el presente estudio.

11. Lo que no se ha determinado en el presente estudio y tampoco se ha encontrado en la literatura científica internacional consultada, el número de larvas de mejillón cebra que hay que inocular a una masa de agua en donde no exista el mejillón cebra para que se asiente una población estable de mejillón cebra. Lo que no cabe duda es que el número de larvas necesarias para que se origine este proceso de infestación debe ser alto y seguramente también, el proceso de infestación, deberá ser continuado en el tiempo. No obstante, existe una gran cantidad de embarcaciones en la cuenca del Ebro que con su actividad puedan confluir las dos condiciones que se han citado: inoculación de una gran cantidad de larvas de mejillón cebra y que este hecho tenga lugar de forma continuada en el tiempo (durante el año 2011 se han declarado 2.137 embarcaciones a remo para navegar en ríos de la cuenca del Ebro con presencia de mejillón cebra y 704 en embalses con presencia comprobada del molusco).

## 8.- RECOMENDACIONES

Después de que Anhidra SLP haya realizado dos estudios (2010 y 2011) en relación a la actividad del piragüismo con la dispersión de las larvas planctónicas de mejillón cebrá, a continuación se especifican una serie de recomendaciones:

En primer lugar dado, como ha quedado constado en el presente documento, las **buenas prácticas** juegan un papel importante en cuanto a la prevención de la expansión de las larvas de mejillón cebrá mediante esta actividad, se rescatan textualmente las consideraciones en cuanto a este apartado se refiere, señaladas en el documento entregado por Anhidra a la CHE en septiembre del 2010:

**1.** El secado es un método muy efectivo, económico, sin incidencia sobre el medio ambiente y muy fácilmente adaptable a la práctica del piragüismo. Al definir protocolos de desinfección orientados específicamente a las piraguas y su equipamiento, **el secado debería ser la acción principal**. Para garantizar la eficacia del secado, hay que dar relevancia a la necesidad de secar bien con un trapo o esponja para evitar las acumulaciones de agua residual en los huecos. Además, deberían establecerse periodos de cuarentena en función de las condiciones climáticas.

- Como medida de seguridad adicional al secado, se propone aplicar un método de desinfección química. Los métodos de aplicación recomendados son:
  - Frotar con un trapo, esponja o fregona empapados en solución desinfectante.
  - Rociar con un envase con atomizador.
  - Inmersión en recipiente (aplicable al equipamiento pequeño).

Los productos desinfectantes recomendados son:

- Peróxido de hidrógeno + ácido peracético + ácido acético (nombre comercial: Ox-virin)
- Hipoclorito sódico (lejía)
- Ácido acético (vinagre)

**2.** La información y sensibilización de los usuarios se considera muy importante para garantizar que los protocolos de desinfección se aplican adecuadamente, por lo que se propone realizar campañas informativas, que podrían complementarse con la entrega de "kits de desinfección".

## 9.- BIBLIOGRAFIA

- ✓ Anhidra SLP (2009): Asistencia técnica en relación a actuaciones preventivas frente al mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*), Susceptibilidad de las masas de agua y ríos de Gipuzkoa. Afecciones medioambientales y a infraestructuras, Recomendaciones de manejo de riesgo y Protocolos de buenas prácticas
- ✓ Anhidra SLP (2010): "La actividad del piragüismo como posible vector de dispersión del mejillón cebra (*Dreissena polymorpha*)". 91pp.
- ✓ Arbaciauskas, K., V. Semenchenko, M. Grabowski, R. S. E. W. Leuven, M. Paunovic, M. O. Son, B. Csanyi, S. Gumuliauskaite, A. Konopacka, S. Nehring, G. van der Velde, V. Vezhnovetz & V. E. Panov, 2008. Assessment of biocontamination of benthic macroinvertebrate communities in European inland waterways. *Aquatic Invasions* 3: 211–230.
- ✓ Armitage, P. D., D. Moss, J. F. Wright & M. T. Furse, 1983. The performance of a new biological quality score system based on macroinvertebrates over a wide range of unpolluted running water sites. *Water Research* 17: 333–347.
- ✓ Cardoso, A. C. & G. Free, 2008. Incorporating invasive alien species into ecological assessment in the context of the Water Framework Directive. *Aquatic Invasions* 3: 361–366.
- ✓ Cardoso, A. C. & G. Free, 2008. Incorporating invasive alien species into ecological assessment in the context of the Water Framework Directive. *Aquatic Invasions* 3: 361–366.
- ✓ Cia, I. (2008). *Ecología del mejillón cebra (Dreissena polymorpha) en el tramo inferior de río Ebro. Problemática y posibilidades de control*. Tesis Doctoral Departament de Medi Ambient i Ciències del Sòl, Universitat de Lleida. Organismo Autónomo de Parques Nacionales. Serie temática Naturaleza y Parques Naturales. ISBN: 978-84-9014-737-8. 288 pp.
- ✓ CICAP (2008): "Incidencia de la pesca recreativa como factor de propagación del mejillón cebra".

- ✓ Cohen, A. N. & J. T. Carlton, 1997. Transoceanic transport mechanisms: introduction of the Chinese mitten crab, *Eriocheir sinensis*, to California. *Pacific Science* 51: 1–11.
- ✓ Colautti, R. I. & H. J. MacIsaac, 2004. A neutro terminology to define 'invasive' species. *Diversity and Distributions* 10: 135–141.
- ✓ Conlan, K. E., 1994. Amphipod crustaceans and environmental disturbance: a review. *Journal of Natural History* 28: 519–554.
- ✓ Crawford, L., W. E. Yeomans & C. E. Adams, 2006. The impact of introduced signal crayfish *Pacifastacus leniusculus* on stream invertebrate communities. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 16: 611–621.
- ✓ Crippen, R.W y J.L Terrier, J.L (1974): "The use of neutro red and Evans Blue for Live-dead determinations of marine plankton. *Stan Technology*, 49: 97-104.
- ✓ DIRECTIVA 2000/ /CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas. 101 pp.
- ✓ Estrategia Nacional Para El Control Del Mejillón Cebra. Conferencia Sectorial De Medio Ambiente. Madrid, 6 De Septiembre De 2007. [http://oph.chebro.es/DOCUMENTACION/Calidad/mejillon/docgeneral/Estrategia\\_nacional\\_mejillon\\_cebra.pdf](http://oph.chebro.es/DOCUMENTACION/Calidad/mejillon/docgeneral/Estrategia_nacional_mejillon_cebra.pdf)
- ✓ Howart, G.T y G.A. Lambert (1999): "Mortalilty of zebra mussel, *Dreissena polymorpha*, veligers during downstream transport". *Freshwater Biology*, 42, 69-76.
- ✓ Jonson, L.E (1995): "Enhaled early detection and numeration osf zebre mussel (*Dreissena polymorpha*) veligers using cross-polarized microscopy. *Hidrobiología*. 312: 139-146
- ✓ Kelly, D. W., J. T. A. Dick, W. I. Montgomery & C. MacNeil, 2003. Differences in composition of macroinvertebrate communities with invasive and native *Gammarus* spp. (Crustacea: Amphipoda). *Freshwater Biology* 48: 306–315.

- ✓ MacNeil, C., 2006. River Quality 2005. Government Laboratory, Department of Local Government and Environment, Isle of Man Government ([available at www.gov.im/dlge/enviro/govlabs](http://www.gov.im/dlge/enviro/govlabs)).
- ✓ MacNeil, C., Briffa, B., Rob S. E., Leuven, W., R. Gell y R. Selman (2009): "An appraisal of a biocontamination assessment method for freshwater macroinvertebrate assemblages; a practical way to measure a significant biological pressure?. *Hydrobiologia* (2010) 638:151–159.
- ✓ MacNeil, C., J. T. A. Dick & R. W. Elwood, 1999. The dynamics of predation on *Gammarus* spp. (Crustacea: Amphipoda). *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society* 74: 375–395.
- ✓ MacNeil, C., J. T. A. Dick, F. R. Gell, R. Selman, P. Lenartowicz & H. B. N. Hynes, 2009. A long-term study (1949–2005) of experimental introductions to an Island; freshwater amphipods (Crustacea) in the Isle of Man (British Isles). *Diversity and Distributions* 15: 232–241.
- ✓ Minchin, D., LUCY, F. & SULLIVAN, M. (2002). *Zebra Mussel: Impacts and Spread*. In: *Invasive Aquatic Species of Europe: Distribution, Impacts and Management* (E. Leppäkoski, S. Gollasch & S. Olenin, eds). Kluwer Academia Publishers, Dordrecht. The Netherlands: 135-146.
- ✓ Pinkster, S., M. Scheepmaker, D. Platvoet & N. Broodbakker, 1992. Drastic changes in the amphipod fauna (Crustacea) of Dutch inland waters during the last 25 years. *Bijdragen tot de Dierkunde* 61: 193–204.
- ✓ Ricciardi, A. & J. Cohen, 2007. The invasiveness of an introduced species does not predict its impact. *Biological Invasions* 9: 309–315.
- ✓ Ricciardi, A., 2001. Facilitative interactions among aquatic invaders: is an "invasional meltdown" occurring in the Great Lakes? *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 58: 2513–2525.
- ✓ Ricciardi, A., R. J. Neves & J. B. Rasmussen, 1998. Impending extinctions of North American freshwater mussels (Unionidae) following the zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) invasion. *Journal of Animal Ecology* 67: 613–619.

- ✓ Rosenberg, D. M. & V. H. Resh (eds), 1993. Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates. Chapman & Hall, New York.
- ✓ Sala, O. E., F. S. Chapin, J. J. Armesto, E. Berlow, J. Bloomfield, R. Dirzo, E. Huber-Sanwald, L. F. Huenneke, R. B. Jackson, A. Kinzig, R. Leemans, D. M. Lodge, H. A. Mooney, M. Oesterheld, N. L. Poff, M. T. Sykes, B. H. Walker, M. Walker & D. H. Wall, 2000. Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science* 287: 1770–1774.
- ✓ Veldhuizen, T. C. y S. Stanish, 1999. Overview of the History, Distribution and Impact of the Chinese Mitten Crac (*Eriocheir sinensis*). California Department of WaterResources, Sacramento.
- ✓ Wright, J. F., D. Moss, P. D. Armitage & M. T. Furse, 1984. A preliminary classification of running-water sites in Great Britain based on macro-invertebrate species and the prediction of community type using environmental data. *Freshwater Biology* 14: 221–256.

## **ANEXO 1: FICHA TÉCNICA DE LOS MATERIALES ESTUDIADOS**

## EMBARCACIONES

### CANOA HINCHABLE

**MODELO:**

SEVYLOR. COLORADO KCC335

**DESCRIPCIÓN:**

Canoa hinchable de dos plazas, para aguas tranquilas. Con dos cámaras laterales escamotables, fondo con tabiques dobles de PVC reforzado.

**MATERIAL:**

Interior de PVC cubierto con funda de nylon reforzado. Fondo en tela untada.

**MEDIDAS:**

Largo: 3,30 m. Ancho: 0,94 m. Peso: 16 kg. Peso máx. recomendado: 200kg.



### PIRAGUA RÍGIDA

**MODELO:**

RAINBOW OASIS 425

**DESCRIPCIÓN:**

Kayak individual de mar o aguas tranquilas. Con asiento, riñonera, 2 tapas de goma tambucho, red de transporte en cubierta y línea de vida.

**MATERIAL:**

Polietileno superlineal.

**MEDIDAS:**

Longitud/Eslora: 3,50 cm.  
Ancho/Manga: 64 cm. Peso: 20 kg.  
Volumen: 370 litros. Bañera: 86x48 cm. Altura de proa: 37 cm. Altura de popa: 27 cm. Peso del kayakista I: 48-100 kg.



## PIRAGUA RÍGIDA 2

### MODELO:

RAINBOW OASIS 425

### DESCRIPCIÓN:

Kayak individual de mar o aguas tranquilas. Con asiento, riñonera, 2 tapas de goma tambucho, red de transporte en cubierta y línea de vida.

### MATERIAL:

Polietileno superlineal.

### MEDIDAS:

Longitud/Eslora: 300 cm.

Ancho/Manga: 64 cm. Peso: 20 kg.

Volumen: 370 litros. Bañera: 86x48 cm. Altura de proa: 37 cm. Altura de

popa: 27 cm. Peso del kayakista I:

48-100 kg.



## TRAJES DE NEOPRENO

### TRAJE DE NEOPRENO 1 PIEZA

### MODELO:

TRIBORD

### DESCRIPCIÓN:

Traje integral de neopreno, para hombre.

### MATERIAL:

Interior: 100% Neopreno de 3,5 mm.

Tejido exterior de punto 100% poliamida pegado en cada cara del neopreno.

Refuerzos de estampado en relieve en las rodillas.

### MEDIDAS:

Talla 40.



## TRAJE DE NEOPRENO 2 PIEZAS

**MODELO:**

TECNOMAR MOUNTAIN SERIES

**DESCRIPCIÓN:**

Traje de neopreno de 2 piezas, para hombre.

**MATERIAL:**

95% neopreno, 5% forro de nylon. Chaqueta de 5 mm con mangas de 3 mm, biforrado, con coderas y refuerzos en la parte trasera. Pantalón de 3 mm biforrado. Con rodilleras y con refuerzos especiales en la parte trasera.

**MEDIDAS:**

Talla 2.



## CALZADO

### ESCARPINES DE GOMA

**MODELO:**

TRIBORD ESCARPINES BAJOS 100

**DESCRIPCIÓN:**

Escarpines bajos de goma, de una única pieza, con aireaciones laterales para la evacuación del agua. Acabado rugoso en la suela.

**MATERIAL:**

Elastómero inyectado (SEBS).

**MEDIDAS:**

Talla 6,5-7,5.



## ESCARPINES DE NEOPRENO

**MODELO:**

TECNOMAR

**DESCRIPCIÓN:**

Bota con cremallera y suela con relieve antideslizante.

**MATERIAL:**

Neopreno 5 mm. Cremallera de nylon.  
Suela de goma.

**MEDIDAS:**

Talla 9.



## ESCARPINES DE NEOPRENO

**MODELO:**

SUPERFREAK TROPICAL

**DESCRIPCIÓN:**

**MATERIAL:**

Cincha del lazo, cincha de la pata delantera del control de la torsión, dedo del pie redondo, espuma flúida. Planta del pie de goma Textured durable

**MEDIDAS:**

Talla 9.



## CHALECOS

### CHALECO NARANJA

**MODELO:**

CAPPYMAR NEPTUNO BASIC 100 N

**DESCRIPCIÓN:**

Chaleco salvavidas con protección cervical y elementos reflectantes en el cuello, flotabilidad de 100 Newton.

**MATERIAL:**

Nylon y espuma de polietileno

**MEDIDAS:**

Diámetro en el pecho: 127-139 cm.



### CHALECO ROJO

**MODELO:**

TRIBORD DG 300 50 N

**DESCRIPCIÓN:**

Chaleco de ayuda a la flotabilidad, con cremallera, homologado CE EN 393, flotabilidad 45 Newton.

**MATERIAL:**

Espuma de polietileno, tejido de poliamida con revestimiento de poliuretano (PU)

**MEDIDAS:**

Diámetro en el pecho: 80-100 cm.



## PALAS

### PALA AZUL

**MODELO:**

SEVYLOR. ANODIZED KAYAK PADDLE

**DESCRIPCIÓN:**

Pala asimétrica desmontable en dos partes, con empuñaduras de plástico para el frío, y 2 anillas antigoteo.

**MATERIAL:**

Palas de nylon con fibra de vidrio, mangos de aluminio anodizado.

**MEDIDAS:**

Longitud total: 90" (228,6 cm). Anchura de la pala: 7" (17,8 cm).



### PALA NARANJA

**MODELO:**

ROTOMOD STANDARD ADULTO

**DESCRIPCIÓN:**

Pala simétrica, no desmontable.

**MATERIAL:**

Palas de polipropileno, mangos de aluminio de 30 mm.

**MEDIDAS:**

Longitud total: 215 cm. Diámetro del mango: 28 mm.



## CUBREBAÑERAS

### CUBREBAÑERA DE NEOPRENO

**MODELO:**

RIVER PEOPLE STUFF SUPRA

**DESCRIPCIÓN:**

Cubrebañeras de neopreno para uso en kayaks de aguas bravas.

**MATERIAL:**

Neopreno de 4 mm con refuerzo exterior de spandura y contorno interior de látex.

**MEDIDAS:**

Talla L.



### CUBREBAÑERA DE LONA

**MODELO:**

BOREAL DESIGN

**DESCRIPCIÓN:**

Cubrebañeras de lona para uso en kayaks de aguas bravas.

**MATERIAL:**

Tejido de nylon con recubrimiento de poliuretano (PU).

**MEDIDAS:**

Talla L.





