

**Scalewatcher NORTH AMERICA  
INC. OXFORD, PENNSYLVANIA**

**Scalewatcher®**

**INVESTIGACIÓN PARA la PREVENCIÓN  
del ESTABLECIMIENTO  
del MEJILLÓN CEBRA  
ASI PROJECT M9459  
INFORME FINAL**

17 de abril de 2000

Aquatic Sciences Inc.  
St. Catharines, Ontario

April 17, 2000

Mr. Jan P. de Baat Doelman  
Scalewatcher North America Inc.  
345 Lincoln Street  
Oxford, PA 19363  
USA

Estimado Sr. de Baat Doelman:

**Asunto: Investigación de Scalewatcher®**

**ASI Project M9459**

He adjuntado tres copias de la Investigación de Scalewatcher®.

Si usted tiene cualquier pregunta, por favor avisarme.

Atentamente,

**AQUATIC SCIENCES INC.**

Dan Butts

Manager, Biofouling Services

DB/bd

Copy: B & D Ingenieursburo, The Netherlands



*Aquatic Sciences Inc.*

**INDICE**

1.0 INTRODUCCIÓN.....	3
2.0 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	3
3.0 MÉTODOS.....	4
3.1 Plan experimental.....	4
3.2 Supervisión diaria.....	5
3.2.1 Conductividad y Temperatura.....	5
3.2.2 Rango de operación.....	6
3.3 Final del ensayo.....	6
3.3.1 Muestras de la raspadura.....	6
3.3.1.1 Platos de cultivos.....	7
3.3.1.2 Lados del Biobox.....	7
3.3.2 Prueba de sedimentos.....	7
3.4 Análisis estadístico.....	7
4.0 RESULTADOS.....	7
4.1 Densidad de Mejillones Cebra cogido.....	7
4.1.1 Establecimiento en el plato.....	8
4.1.2 Lados del Biobox.....	8
4.2 Densidad de Mejillones en las muestras del sifón.....	8
4.3 Parámetros físicos.....	10
4.3.1 Conductividad.....	10
4.3.2 Rango de operación.....	11
4.3.3 Temperatura del agua.....	12
4.3.4 Flujo.....	12
5.0 DISCUSIÓN.....	13
6.0 REFERENCIAS.....	14

**LISTA DE APPENDICES**

APÉNDICE I Datos primarios  
APÉNDICE II Glosario

**LISTA DE DISEÑOS Y TABLAS**

Diseño 1: Esquema de la instalación con el Sistema <b>Scalewatcher®</b> .....	4
Diseño 2 : Número de mejillones cebra encontrados en el plato y raspado de los biobox (muestras al final del experimento).....	9
Diseño 3 : Densidad del establecimiento de mejillones cebra en los platos, en el lado del biobox y en la muestra del sifón.....	12
Diseño 4 : Número de mejillones cebra encontrados en las muestras del sifón coleccionadas del fondo de cada biobox al final del experimento.....	13
Diseño 5 : Valor conductividad y temperaturas del periodo del estudio.....	15
Diseño 6: Operando rangos de la unidad de <b>Scalewatcher®</b> encima del periodo del estudio.....	16
Tabla 1 : Número de mejillones cebra incrustados a los platos, del biobox y sedimento al final del experimento.....	11

**Scalewatcher NORTH AMERICA INC.**  
**OXFORD, PENNSYLVANIA**

**Scalewatcher. RESEARCH FOR PREVENTION OF ZEBRA MUSSEL SETTLEMENT**  
**ASI Project M9459**  
**17 de abril de 2000**

## 1.0 INTRODUCCIÓN

Los mejillones cebra (*polymorpha Dreissena*) y mejillones quagga (*Bugensis Dreissena*) han estado presentes en aguas norteamericanas durante diez años. El impacto de estos moluscos rayados diminutos ha sido dramático y de largo alcance. Los mejillones cebra se extienden ahora del Gran watershed de los Lagos (Norte) a la boca del Río Mississippi (Sur), bloqueando las tuberías y las estructuras de captación de las industrias y igualmente los pequeños caudales de riego de los usuarios. Para controlar la plaga del mejillón cebra, las industrias y otros usuarios del agua a lo largo de los canales infestados han tomado las medidas para asegurar que las tuberías de aspiración y los sistemas de servicio de agua permanezcan sin obstrucciones.

Las industrias en las áreas infestadas tratan regularmente las aguas con oxidantes, calor o Molusquicidas, a excepción del calor, éstos métodos de control son asociados con derivados tóxicos que requieran tratamiento secundario y la supervisión de los niveles críticos en el afluente. El incremento del conocimiento con respecto al estado acuático ambiental y sus efectos sobre la salud, ha resultado en una aumentación de las regulaciones y de la limitación de más baja descarga para el tratamiento químico. Las industrias requieren métodos alternativos que son eficaces y que tienen un impacto benigno en el ambiente acuático.

El sistema **Scalewatcher**® se ha usado en instalaciones industriales para controlar las obstrucciones debido al aumento de las incrustaciones calcáreas. Las industrias en Japón encontraron que el sistema **Scalewatcher**® no sólo controlaba las incrustaciones, pero también los crustáceos en el sistema intercambiador de calor. Estos efectos observados en los crustáceos llevó a **Scalewatcher**® América del Norte Inc. (SNA) a suponer que el sistema **Scalewatcher**® también puede controlar los mejillones cebra. Los crustáceos y los mejillones cebra son similares en su forma de utilización del calcio. Los dos convierten el calcio en formato de ion libre al carbonato de calcio para construir su cáscara o exoesqueletos. (Barnes, 1987 y Hincks & Mackie, 1997).

El sistema **Scalewatcher**® opera generando un campo eléctrico inducido oscilatorio, que agita las moléculas en el agua, y causas que los iones minerales inestables se precipitan. Los iones de calcio precipitado y el CaCO<sub>3</sub> en forma de cristales insolubles, reducen así la cantidad de calcio bio-disponible para los organismos en su captación y uso. Si el sistema **Scalewatcher**® es capaz de producir agua que está desprovista del calcio bio-disponible a lo largo del sistema de tuberías, los mejillones cebra no se establecerán, porque percibirán un ambiente hostil.

**Scalewatcher**® no cambia la composición química total del agua y, por consiguiente, puede proporcionar una alternativa medioambientalmente amistosa para el control del mejillón cebra.

El objetivo de este estudio era determinar si el sistema **Scalewatcher**® inhibe el depósito (incrustación) del mejillón de cebra comparándolo con un sistema de control.

## 2.0 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Según la literatura proporcionada por el fabricante, el método de prevención y desincrustación **Scalewatcher**® esta basado en una tecnología de frecuencia-modulación patentada (U.S. Patente No. 5,074,998, Patente Canadiense No. 1,337,060). La tecnología de **Scalewatcher**® utiliza un cable de señal que se enrolla alrededor de la tubería que contiene el agua o fluido a tratar. El cable se conecta a una unidad electrónica que envía una señal compleja y una corriente dinámica para producir unos muy pequeño campos magnéticos de tiempo variable dentro de la tubería. El campo magnético de tiempo variable produce un campo eléctrico oscilatorio inducido dentro de la tubería. Este fenómeno esta conocido como Ley de Faraday. El campo eléctrico oscilatorio inducido proporciona el requisito molecular de agitación para la prevención de la incrustación y su eliminación. Se debe notar que la unidad de **Scalewatcher**® no es un dispositivo magnético, sino un dispositivo de prevención de incrustación electrónica. El hecho que un cable puede ser enrollado alrededor de una tubería sin necesidad de cortar las tuberías es uno de los mayores rasgos atractivos

de la prevención calcárea mediante la tecnología electrónica comparados a otros métodos no-químico de tratamiento de fluidos.

La agitación molecular inducida en la tecnología de **Scalewatcher®** provoca la precipitación de los iones minerales inestables, lo que proporciona un lugar inicial de nucleación para la precipitación extensa de los iones minerales adyacentes. Empieza un efecto de bola de nieve, en lo que resulta en un crecimiento de muchos cristales, cada uno consiste en numerosos iones minerales. El Calcio, en lugar de permanecer en el agua como ion suelto, es absorbido por los cristales de  $\text{CaCO}_3$ .

Estos sales de cristal insolubles se vuelven más grande de tamaño (pero todavía entre el rango de 3 a 5  $\mu\text{m}$ ) y flota en el fluido.

Ellos no se adhieren a las superficies del metal porque los cristales ya no tienen una carga en su superficie. Como sub-producto de la precipitación y del efecto de la bola de nieve de las partículas minerales, el fluido se vuelve sobresaturado y puede actuar como solvente para disolver las incrustaciones existentes. La conversión de calcio libre y iones de carbonato en cristales de  $\text{CaCO}_3$  absorben los  $\text{CaCO}_3$  en solución. Como los  $\text{CaCO}_3$  absorbidos fluyen con el agua a través de las tuberías, las incrustaciones de cal se disuelven despacio.

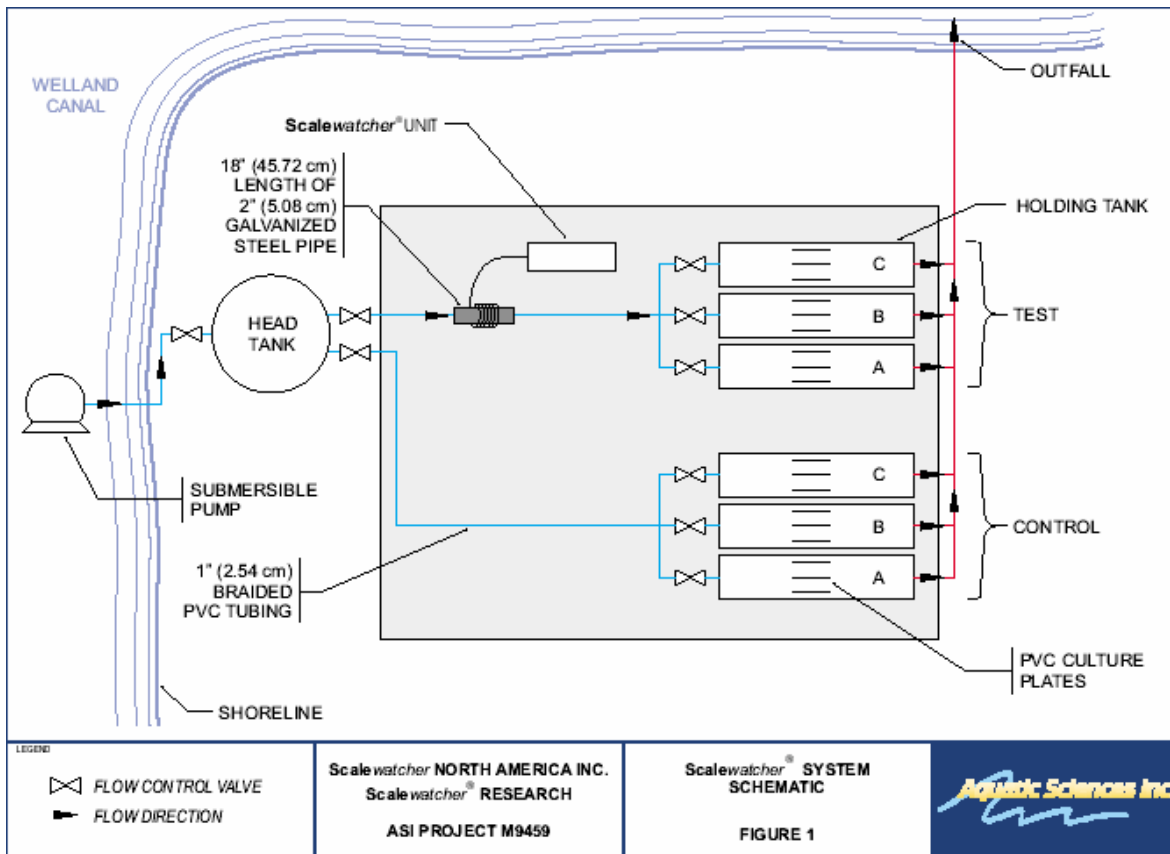
### 3.0 MÉTODOS

#### 3.1 Plan experimental

El estudio se emprendió en Aquatic Sciences Inc. (ASI), la investigación localizó el lugar de ensayo cerca del Canal de Welland. Históricamente, esta área ha tenido niveles altos de establecimiento del mejillón cebrá con unas densidades que exceden los 20.000/m<sup>2</sup>.

La unidad de **Scalewatcher®** fue instalada y operacional el 14 de septiembre de 1999. Se puso un depósito en cabecera de 200 gal. (757 L) en el extremo norte, se llenó con agua del canal por una bomba sumergible y una columna de alimentación para mantener la presión de cabecera. El sistema de prueba y de control se alimentó por gravedad desde el tanque de cabecera. Tubería de 1" (2,5 cm) de PVC, conectada a una válvula de bola de 1" (2,5 cm) y a una válvula de cierre de 1" (2,5 cm) en el tanque de cabecera (Figura 1).

Las cámaras de control se conectaron a la salida de la válvula de bola, y el sistema **Scalewatcher®** de prueba y cámaras se conectaron a la salida de válvula de cierre. A la tubería de 1" (2,5 cm) de PVC que va desde la válvula de cierre se conectó una tubería de acero galvanizado de 18" (45.72 cm) de longitud y de 2" (5 cm) de diámetro. Antes de la conexión eléctrica de la unidad **Scalewatcher®** se enrolló el cable de señal a la tubería de acero como descrito en Sección 2.0. El sistema de la prueba consistió en un juego de tres cámaras de pruebas de 20 L (biobox) donde se simula el tipo de ambiente donde los mejillones cebrá preferiblemente colonizan en condición industrial. Los biobox se instalaron a 8 m de la unidad de **Scalewatcher®**. A la línea de control del tanque de cabecera, se conectó también un juego de tres biobox de 20 L.



Antes de poner en marcha la prueba, se vaciaron y limpiaron los biobox para eliminar la contaminación. Se puso en marcha la unidad de Scalewatcher® antes de hacer fluir el agua en los biobox. Con esto nos queríamos asegurar que toda el agua que entra en los biobox de prueba había sido tratada. Se pusieron tres platos de cultivo de PVC de 0,015 m<sup>2</sup> en cada biobox de control y de la prueba para medir el establecimiento del mejillón cebra. Se proporciono un flujo constante en los biobox de control y de la prueba, manteniéndose constante por las válvulas de bola. En caso de restricciones de flujo debido a paro de la bomba o obstáculo en el flujo, una columna de alimentación en cada biobox asegura que los platos de cultivo permanecían sumergidos.

### 3.2 Supervisión diaria

Los técnicos tomaron periódicamente las mediciones, de lunes a viernes, registrando la conductividad y temperatura del agua para el sistema de control y prueba. También se grabaron los rangos de operación de la unidad de prueba para asegurarse que la unidad estaba operando eficazmente. Los datos recogidos durante el periodo del estudio se proporcionan en Apéndice I.

#### 3.2.1 Conductividad y Temperatura

La conductividad y temperatura eran medidas del mismo biobox duplicado en el sistema de control y de prueba, usando un medidor de conductividad modelo Orion 122. Este medidor tiene un rango de exactitud de  $\pm 0.5\%$ . Se tomaron lecturas de conductividad para determinar si el funcionamiento de la unidad de Scalewatcher® afectaba a la concentración de iones disueltos en el biobox. Se midieron las temperaturas para asegurar el mantenimiento del rango óptimo requerido para la supervivencia del mejillón cebra. Si las temperaturas estuvieran fuera del rango de (0 a

30°C), podrían ocurrir anomalías en los datos. También, químicamente, existe una relación inversa entre la temperatura y la conductividad. Si hay diferencias de temperatura entre el sistema de control y de prueba, podrían existir diferencias de conductividad.

### **3.2.2 Rango de operación**

El rango de operación de la unidad portátil de Scalewatcher® era ajustado automáticamente y se registro diariamente el rango del display digital.

## **3.3 Final de la Prueba**

Se analizaron las muestras para evaluar la densidad del establecimiento de los mejillones cebrá; dividido en el pediveliger, juvenil y fases de vida de adulto (*Glosario, Apéndice II*). Pensabamos que la tecnología del Scalewatcher® impactaría solamente en el ciclo de fase de la vida del mejillón cebrá en la presencia de una cáscara calcárea. Por consiguiente, no hemos supervisado la libre flotación en el estado filamentosos del desarrollo. Se recogieron las muestras empezando con el cultivo de los platos y los lados del biobox. La recogida de sedimento se hizo por último después de bajar el nivel del agua en cada biobox.

### **3.3.1 Prueba de raspadura**

#### **3.3.1.1 Cultivo en Platos**

Al final del estudio, se recogieron los platos de cultivos de las cámaras del ensayo y de control. Una esquina del plato se puso en la boca de un frasco de muestra de 250 mL y se uso un rascador de pintura para raspar en un principio del lateral a la esquina y evitando el borde. El borde del plato del cultivo no fue raspado, ya que los platos fueron manejados por el borde durante el proceso de prueba y desalojaría cualquier larvas fijada. Se uso agua de clorada para enjuagar los volúmenes del primer lado en el frasco. El segundo lado fue raspado entonces y se lavó en el mismo frasco. Las muestras se guardaron en un refrigerador hasta el análisis. Las muestras se guardaron refrigeradas un máximo de 5 días antes del análisis. Los técnicos de ASI analizaron todas las muestras en el laboratorio según las Normas internas de Procedimientos de Operación. Las muestras de raspadura del plato se filtró a través de un tamiz de latón de 180 µm para concentrar las muestras y eliminar los sólidos en suspensión (en la fase del establecimiento de los mejillones cebrá son más grandes que 180 µm). El filtrado se enjuago directamente en un plato petri 10 mm gridded petri. Se analizo la muestra entera con microscopio usando una amplificación de 14x. Se examino cada cuadrado y se hizo un recuento de las larvas presentes por su fase de vida. Se calculó la densidad de los mejillones establecidos para cada fase de vida según la fórmula siguiente:

*Número total de Mejillones (por fase de vida) Contados = Densidad de Colonias (por fase)/m<sup>2</sup> de vida Area del Plato (m<sup>2</sup>)*

#### **3.3.1.2 Lado del Biobox**

Las muestras adicionales eran recogidas de los lados de las cámaras de ensayo y control para determinar la densidad de mejillones cebrá establecidos al biobox. Se bajo el nivel del agua hasta una profundidad de aproximadamente 3 cm para permitir el raspado de los lados de la cámara. Empezando desde la línea de agua, se utilizo un rascador para pintura para raspar y arrastrar de la pared de la cámara cualquier mejillón acumulados y sedimentos hacia la hoja del rascador. Se lavo el material acumulado fuera de la hoja en un frasco limpio de ensayo de 250 mL con agua de clorada. Dos paredes de cada cámara se rasparon con la entrada y extremos de la toma de corriente excluyeron de la muestra. Se midió el área para cada cámara individual, calculando la densidad/m<sup>2</sup>. El área de ensayo en cada biobox era determinada por la longitud del biobox y por la altura del agua permaneciendo en el biobox después de la obtención de la muestra del sifón.

Las áreas de la muestra fueron de 0.138 a 0.228 m<sup>2</sup>. Se conservaron las muestras con 90% de etanol para volver al laboratorio, y se refrigeró por un máximo de dos semanas antes del análisis. Estas muestras de la raspadura laterales se analizaron con la misma metodología descrita anteriormente. El cálculo para determinar la densidad/m<sup>2</sup> es lo siguiente: *Número total de Mejillones Contados*=*Densidad establecidos/m<sup>2</sup> (área del lado limpiado en m<sup>2</sup>) x 2*

### **3.3.2 Muestras del sedimento**

Se recogieron también las muestras del sedimento del fondo de la cámara de ensayo y control para estimar la mortalidad larval siguiendo el establecimiento. Las larvas de mejillón que han muerto debido a razones naturales, o debido a la tecnología del Scalewatcher®, se habían soltados del substrato y aparecían en las muestras del sedimento. El sedimento fue extraído del fondo de cada cámara vaciando por sifón una área de aproximadamente 0.02 m<sup>2</sup> a través de una bolsa de malla de nylon nitex de 200 µm. El fondo de la cámara, inmediatamente delante de los platos del cultivo, fueron seleccionados en cada cámara para reducir la variabilidad espacial que puede haber resultado de los cambios en la dinámica del flujo. Se enjuagaron los contenidos de la bolsa de malla completamente en un frasco limpio etiquetado. Las muestras eran conservadas con 90% de etanol y refrigerado por un máximo de dos semanas antes del análisis.

Se analizaron las muestras del sedimento siguiendo la misma metodología descrita anteriormente. Las densidades fueron calculadas: *Número total de Mejillones Contados = Densidad de Colonias /m<sup>2</sup> área vaciada con sifón (m<sup>2</sup>)*

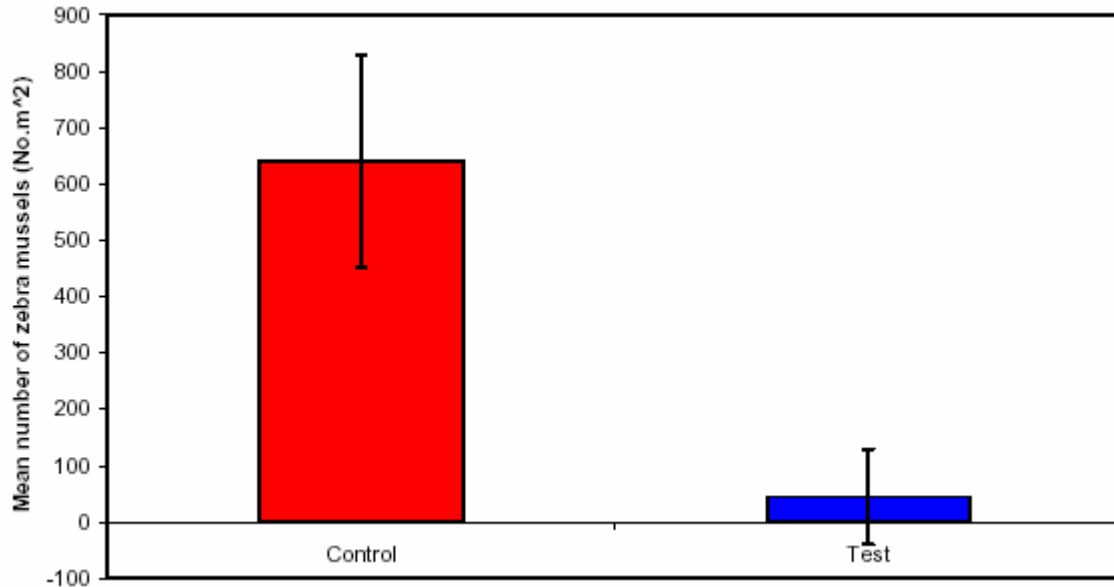
### **3.4 Análisis estadístico**

Se probaron la densidad normal de mejillones cebra (pediveligers, juveniles, total) en la raspadura del plato de cultivo, raspadura del biobox y muestras del sifón. Las distribuciones anormales se transformaron calculando la raíz tercera del valor de la densidad para obtener datos normales y satisfacer los supuestos del ensayo. Los parámetros que eran transformados incluído las densidades del pediveliger en el plato de raspaduras; las densidades juveniles para todas las muestras; y la densidad total para las muestras del sifón. Las medias de las muestras y del control se han comparado usando un analizador variable de una vía (ANOVA) con un “Tukey-Kramer”. Todas esas análisis se realizaron usando un SAS. Jmp.

## **4.0 RESULTADOS**

### **4.1 Densidad de Mejillones Cebra establecidos**

Las muestras del plato y las raspaduras del biobox se combinaron para comprobar las diferencias globales en el asentamiento (Figura 2). Una variabilidad alta ocurre dentro del ensayo debido a las grandes diferencias entre las densidades del establecimiento en los platos y el lado del biobox. Para reducir la alta variabilidad entre el establecimiento en el plato y las raspaduras del biobox, se han comparado los datos separadamente.



**Figure 2.** Número de mejillones cebra encontrado en el plato y el raspado de los biobox, al final del experimento. Se presentan barras de errores normales para cada tratamiento.

#### ***4.1.1 Establecimiento en el plato***

La densidad de Pediveliger y de mejillones cebra juveniles era evaluada independientemente (Tabla 1). La densidad de ambos grupos era significativamente baja para la unidad de Scalewatcher® comparándolo con el control (ANOVA post-hoc Tukey-Kramer,  $p < 0.05$ ). La densidad de mejillones cebra, sin tener en cuenta el tamaño, era diez veces más baja que en el control. Estos resultados indican que **La unidad de Scalewatcher® inhibió el establecimiento de los mejillones cebra.**

#### ***4.1.2 Lados de Biobox***

Aunque las densidades de mejillón cebra observados en los lados de los biobox eran más bajo que en el establecimiento del plato, la unidad Scalewatcher® ha reducido significativamente la densidad de mejillón cebra total (Tabla 1; ANOVA post-hoc Tukey-Kramer,  $p < 0.05$ ). La densidad de los mejillones (pediveliger y juveniles) era cinco veces más baja que en el control.

#### **4.2 Densidad de los Mejillones Cebra en las muestras del sifón**

Se encontró la densidad más alta de mejillones cebra en las muestras del sifón (Figura 3). Similar a los otros tipos de muestras, la densidad de los mejillones cebra en la unidad Scalewatcher® era el más bajo (Figura 4). La unidad de la prueba era más baja que en el control para las dos clases de tamaño (Tabla 1; ANOVA con post-hoc Tukey-Kramer,  $p < 0.05$ ). La diferencia entre el control y la prueba fue de un factor de 15 para el pediveliger y más de 30 para los juveniles.

Table A: Operating Parameters during the Scalewatcher® research

SAMPLE DATE	TEMP (degrees C)	OPERATING	CONDUCTIVITY (uS/cm)	
		Test	Control	Test
9/13/1999	21.0		291	
9/14/1999	21.1	106	294	300
9/15/1999	21.3	105.7	296	292
9/16/1999	20.1	105.6	301	301
9/17/1999	19.5	105.7	300	300
9/20/1999	20.3	105.5	293	293
9/21/1999	18.4	106.1	299	295
9/22/1999	17.8	105.4	292	292
9/23/1999	19.2	106	289	283
9/24/1999	18.7	106	292	290
9/27/1999	19.1	106.2	298	295
9/28/1999	19.2	105.4	300	301
9/29/1999		105.8	305	307
9/30/1999	19.4	106.1	303	301
10/1/1999	18.4	106	312	312
10/4/1999	16.1	106	309	309
10/5/1999	15.9	106.3	309	311
10/6/1999	15.6	106.3	317	318
10/7/1999	15.5	106.4	308	307
10/8/1999	15.1	106	313	313
10/12/1999	15.8	106.4	316	316
10/13/1999	15.8	106	317	316
10/14/1999	14.1	106	337	336
10/15/1999	14.8	106	335	336
10/18/1999	14.4		335	
10/19/1999	13.9	105	313	338
10/20/1999	14.1	106.5	312	312
10/21/1999	13.6	106.5	323	324
10/22/1999	13.2	106.4	336	335
10/25/1999	12.2	106.3	325	325
10/26/1999	11.8	106.4	340	340
10/27/1999	9.0	106.4	350	350
10/28/1999	10.9	106.4	343	340
10/29/1999	11.2	105.6	340	334
11/1/1999	12.5	106.5	316	321
11/2/1999	12.9	105.6	324	324
MEAN	16.1	106.0	313.4	313.7

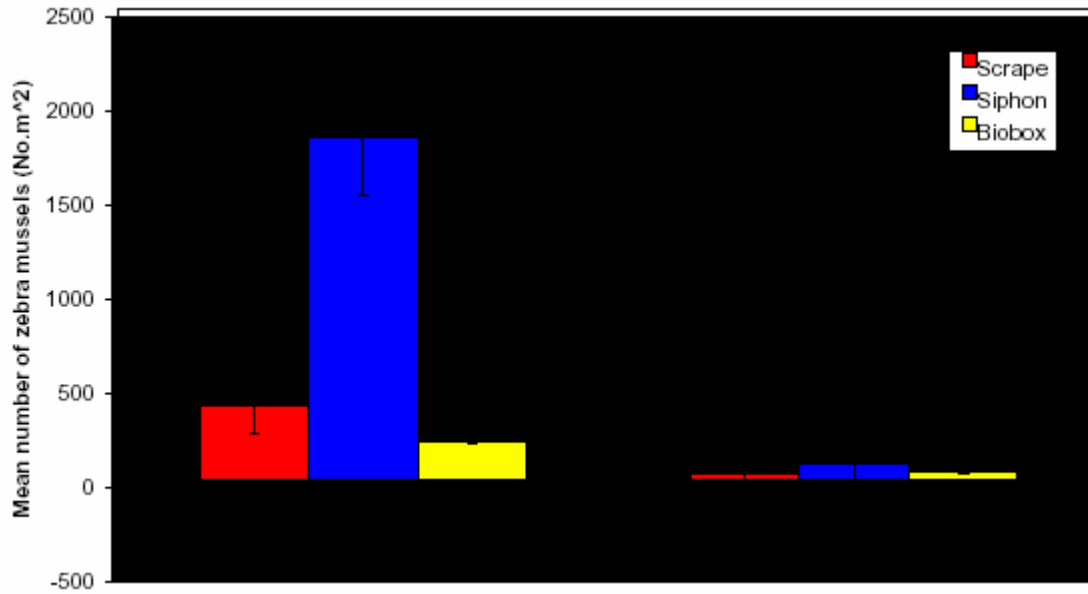


Figura 3. Número de mejillones cebra establecidos en los platos, en el lado del biobox y en la muestra del sifón.

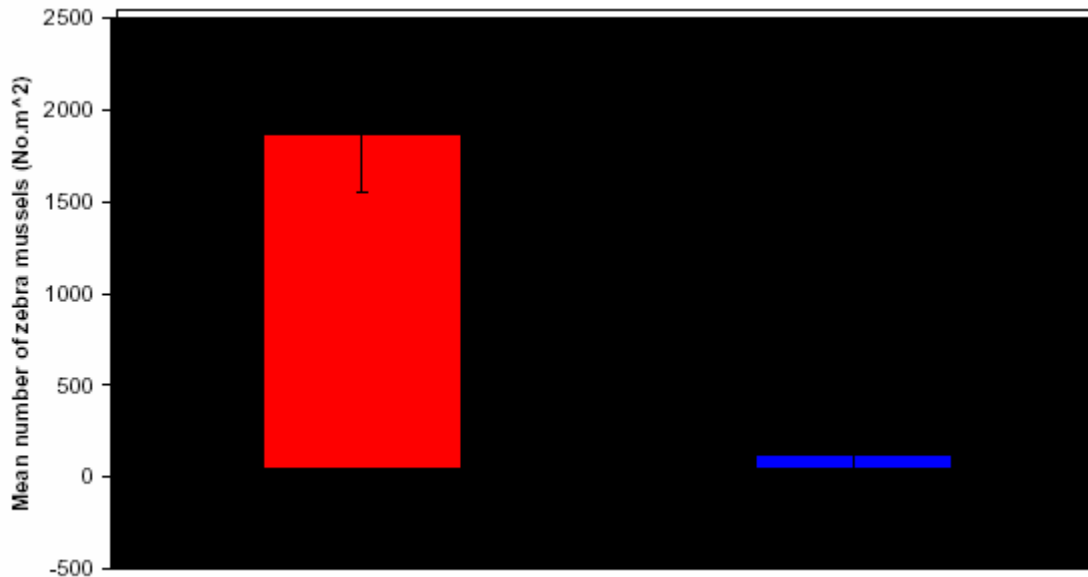


Figura 4. Número de mejillones cebra encontrados en las muestras del sifón coleccionadas del fondo de cada biobox al final del experimento. Se presentan barras de errores normales para cada tratamiento.

### 4.3 Parámetros físicos

#### 4.3.1 Conductividad

Los valores de conductividad obtenidos sobre el estudio revelan que había una diferencia despreciable entre los valores entre el sistema de control y del ensayo (Figura 5). El nivel de conductividad aumentada gradualmente a lo largo del estudio en los dos sistemas.

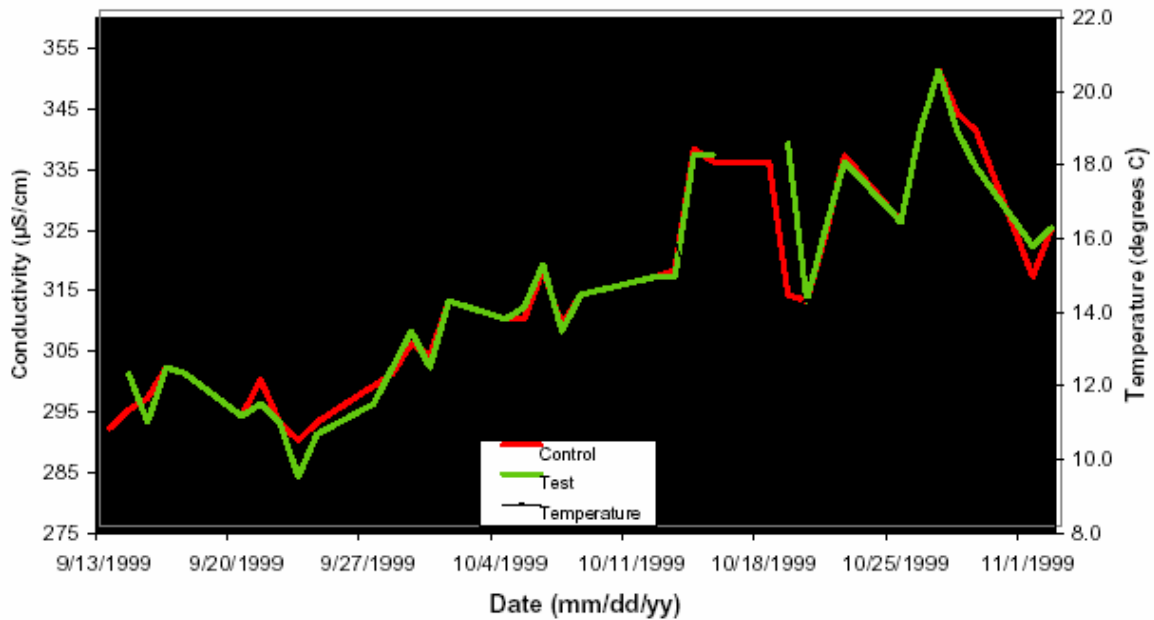
Se encontró una conductividad entre 283 y 350  $\mu\text{S} / \text{cm}$  con una media entre los valores siguientes:

**Tabla 2: Valores de conductividad medios para el sistema de control y ensayo.**

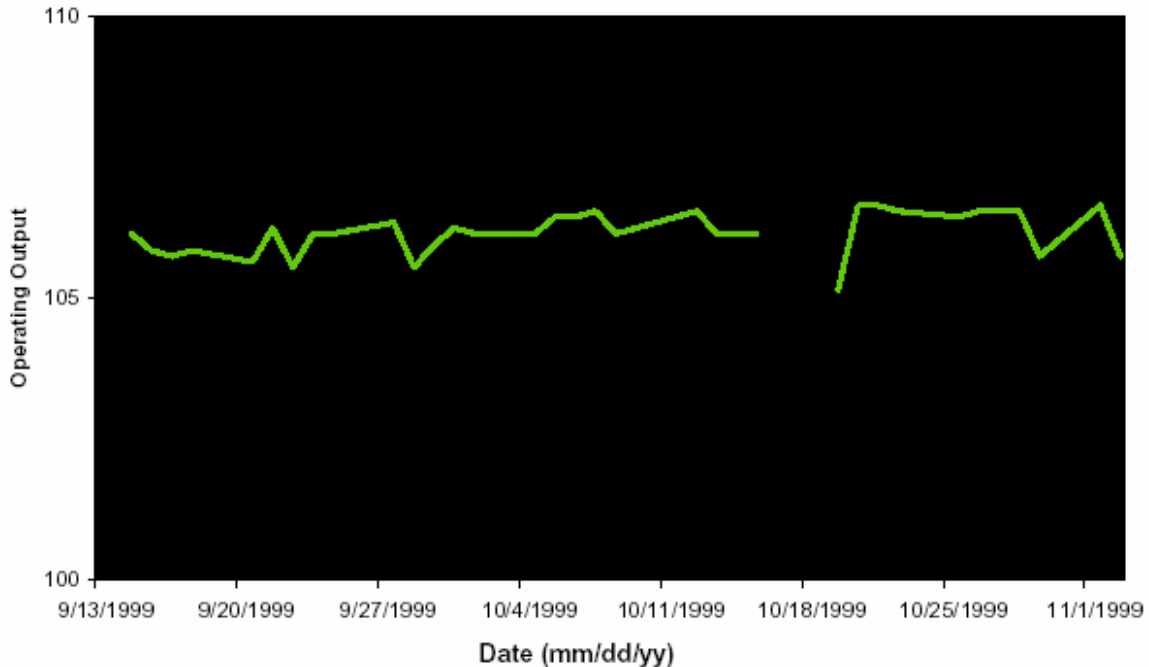
System	Mean Conductivity $\mu\text{S/cm}$
Control	$313.4 \pm 16.9$
Test	$313.7 \pm 17.3$

#### 4.3.2 Rango de operación

El rango de operación para el sistema de ensayo se presenta en la Figura 6. Para facilitar el grafico, los datos para el sistema de ensayo son promedios partiendo del supuesto que el display de la unidad representa un rango. Las lecturas obtenidas a lo largo del estudio indican que el rango apropiado operacional se mantuvo. La unidad de Scalewatcher® experimentó una alarma el 18 de octubre durante la supervisión diaria. Se paro el flujo al los biobox del sistema de ensayo, cerrando las válvulas de bola. Se apagado entonces la unidad y se aviso al personal de SNA pata tomar las acciones oportunas. Debido a que no se pudo encontrar al personal de SNA hasta la tarde, la unidad estuvo fuera de servicio hasta el día siguiente. De acuerdo con las instrucciones de SNA, se conecto de nuevo la unidad a la corriente eléctrica y se restauro el flujo a los biobox del sistema de ensayo. La unidad operó eficazmente durante el resto del programa.



**Figura 5. Conductividad valores y temperaturas dentro del periodo del estudio. Conductividad ( $\mu\text{S/cm}$ )**



**Figura 6. Rango de operación de la unidad Scalewatcher dentro del periodo del estudio.**

#### ***4.3.3 Temperatura del agua***

La temperatura del agua fue de 9.0°C a 21.3°C y declino firmemente a lo largo del experimento (Figura 5). Este declive firme en temperatura se relacionó inversamente a la conductividad que aumentado gradualmente a lo largo del estudio. La investigación ha mostrado que existe una relación inversa entre la temperatura y conductividad. Esta relación se ilustró durante este estudio (Mackie, 1998). Por consiguiente, el aumento de conductividad en el sistema de control y ensayo durante la duración del estudio eran debidos a variación natural como él correspondiente al declive en temperatura.

#### ***4.3.4 Flujo***

Los problemas para mantener el flujo ocurrieron a finales de septiembre. En cuatro visitas de supervisión consecutivas, el flujo al sistema de prueba y/o de control era completamente detenido. El flujo al sistema de prueba era bloqueado tres veces mientras que el flujo al sistema de control no era afectado. El flujo al sistema de control se bloqueó una vez mientras el flujo al sistema de prueba no era afectado. Se descubrió que las algas iban creciendo dentro del tanque de cabecera, desprendiéndose fuera de el, y bloqueando la cabeza de la válvula de cierre del tanque que alimenta al sistema de prueba. El 1 de octubre, se cierra el experimento durante dos horas para reemplazar la válvula de cierre por una válvula de bola. Se cubrió el tanque de cabecera con una lona en un esfuerzo por reducir el crecimiento de las algas. Se reinició el experimento y no hubo más restricciones de flujo durante el resto del estudio. Aunque las interrupciones de flujo ocurrieron en cuatro ocasiones separadas, las interrupciones eran menor de 24 horas. En global, el estudio estuvo operativo durante 49 días. El número de días de operación (días con flujo) para el sistema de prueba y de control se muestra abajo. Para facilitar las comparaciones, se considera cada interrupción como 24 horas.

**Tabla 3: Días de funcionamiento del sistema.**

System	Number of Operation Days
Control	48
Test	45

La diferencia operacional entre el sistema de prueba y de control es debido a tres eventos. El primer evento era debido al cierre de un día, debido a problemas operacionales con la unidad. El segundo y tercer evento eran debidos a interrupciones de flujo. En general, la diferencia de funcionamiento entre el sistema de prueba y de control era marginal, comparado con el número total de días operativos (< 10% del tiempo total). Es muy improbable que las diferencias en densidades de mejillones tendrían un impactado por estas diferencias en el tiempo de operación.

## 5.0 DISCUSIÓN

Los análisis de estos datos indican que la unidad Scalewatcher® reduce fiablemente los pediveliger y los mejillones cebra juveniles. No se ha podido determinar por los parámetros medidos en este experimento porqué la unidad Scalewatcher® era eficaz. La unidad operó dentro de los rangos apropiados durante la duración del estudio y la conductividad medida eran similar entre el sistema de prueba y de control. El último parámetro indicó que la concentración de iones disueltos, no cambiaron en el sistema de prueba. El número diferente de días de operación entre el sistema de prueba y de control. Es improbablemente significativo que más mejillones cebra se habrían establecido durante el día de desconexión de la unidad Scalewatcher®. Los resultados del plato de cultivo proporcionan los datos más útiles desde que éstos organismos estaban vivos en el momento de recolección y el número de las muestras eran suficientes (n=18). El número más bajo de muestras para el sifón y el raspado del biobox (n=6) proporciona una conclusiva evidencia con respecto a la efectividad de cada tratamiento. Sin embargo, nuestra confianza en estos datos aumenta cuando se combinan con los datos de plato de cultivo. Resultados similares encontrados con la **Unidad Scalewatcher® usando todos éstos tipo de pruebas indican que** las condiciones de operación y diseños de esta unidad son conducentes para controlar los mejillones cebra en sus fases de pediveliger y de vida juvenil.

La unidad Scalewatcher® controlando a los pediveliger y a los mejillones cebra juveniles sugiere que la unidad no inhibe el crecimiento pero reduce drásticamente el establecimiento (incrustación) creando posiblemente un ambiente hostil. La unidad puede cambiar la división química del calcio en el agua y causa que las larvas que se quieren establecer perciban un ambiente impropio. Estos mejillones escogerán permanecer en la columna de agua y pasar a través del sistema a pesar de la presencia de un substrato conveniente. El experimento realizado no era diseñado para probar tales hipótesis, por consiguiente, se necesita una investigación más extensa para determinar cómo la unidad Scalewatcher® previene el establecimiento del mejillón cebra. Se necesitan futuros estudios involucrando una profundidad análisis de la química del agua, para determinar cómo la unidad altera el agua. Como la unidad Scalewatcher® impacta en el establecimiento de las larvas, se deben evaluar los efectos de esta unidad en mejillones adultos. La mortalidad no puede ser un punto final conveniente para semejante experimento. Peso de la cáscara, peso del organismo o volumen de calcio de la cáscara pueden ser un mejor punto final conveniente. Estos datos, combinados con la química específica del agua, podría determinar cómo la unidad de Scalewatcher® previene el establecimiento del mejillón cebra. Se deben continuar futuros estudios para evaluar completamente la aplicación ideal para este producto. Se requiere un estudio incorporando con profundidad las densidades del establecimiento larval y mortalidad, efectos en adultos y basados más anchos análisis químicos para determinar el pleno potencial de la unidad Scalewatcher® como una alternativa a los métodos de control sin químicos del mejillón cebra.

## 6.0 REFERENCIAS

Barnes, R.D. la Zoología del Invertebrado, 5 Edición. Publicación de la Universidad Saunders

Nueva York. 893p (1987).

Hincks, S.S. & Mackie, G.L. "Los Efectos del pH, calcio, alcalinidad, dureza, y clorofila en la supervivencia, crecimiento, y éxito reproductor del mejillón cebra (*polymorpha de Dreissena*) en los Lagos del Ontario." *Periódico canadiense de Pesquerías y Ciencias Acuáticas*, 54(9): 2049-2057 (1997).

Mackie, G.L. Información Inédita (1998).

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

**VELIGER** fase temprana, los planktonic forman las larvas del mejillón cebra, desarrollándose directamente en fase del huevo. En las muestras de agua, eso indica que la reproducción ha empezado, y su establecimiento tardara todavía unas seis a ocho semanas. Los Veligers generalmente empiezan a aparecer a final de mayo o principio de junio.

(Rango del tamaño aproximado: 60–150 Fm)

**POSTE VELIGER Segunda fase larval del desarrollo del mejillón cebra.** Indica que su establecimiento esta aproximadamente de dos a cuatro semanas. Generalmente los Poste veliger empiezan a aparecer a medio de junio hasta final de julio. (Rango del tamaño aproximado: 150–200 Fm)

**PEDIVELIGER Intermedio entre la fase de los veliger y poste veliger.** Los Pediveliger tienen ambas habilidades de nadar y de arrastrarse (con un pie muscular). En esta fase, los pediveligers están buscando activamente un lugar ideal para establecerse y se soltarán frecuentemente para reagruparse (llamado translocación). En el informe los Pediveligers se pueden encontrar bajo la columna de Poste veliger (en las raspaduras de las muestras), o bajo la columna Juvenil (para las muestras del agua), cuando pueden estar presentes se encuentran cogido al substrato o en la columna de agua.

Se pueden usar las presencias / ausencias de pediveliger en las muestras de raspadura del plato para evaluar el éxito de un programa de control en continuo. La presencia de pediveligers en el agua sin tratar y la ausencia de pediveligers en agua tratada indica que el programa de tratamiento en continuo está inhibiendo el establecimiento de una forma muy eficaz.

Si un programa de supervisión se está usando para determinar cuando o como para llevar a cabo un procedimiento de control, la presencia de pediveligers en las muestras del biobox indica, que se deben considerar o emprender preparaciones para un procedimiento de control. Los Pediveligers generalmente aparecen a final de agosto hasta octubre.

(Rango del tamaño aproximado: 200–300 Fm)

**Forma Fija, no-reproductor de mejillón cebra JUVENIL**, generalmente visible a ojo con rayas características. Igual que con los pediveligers, la presencia / ausencia de juveniles en las muestras de raspadura del plato pueden usarse para evaluar el éxito de un procedimiento de control en continuo. La presencia de juveniles en el agua sin tratar y la ausencia de juveniles en el agua tratada indica que el procedimiento de tratamiento en continuo está inhibiendo eficazmente el establecimiento (incrustación).

Si un programa de supervisión se está usando para determinar cuando o como para llevar a cabo un procedimiento de control, la presencia de juveniles en las muestras del biobox indica, que se deben considerar o emprender preparaciones para un procedimiento de control. Tratando un sistema cuando el la mayoría de las conchas son pequeñas, reducirá la obstrucción de las conchas cuando los mejillones son matado por un procedimiento de control.

Los juveniles generalmente empiezan a aparecer en Septiembre / Octubre

(Rango del tamaño aproximado: 300 Fm–5 mm)

**MORTALIDAD** para el agua sin tratar, el rango normal es del 0 al 20%. Para el agua tratada, una mortalidad completa no se pudo observar en veligers y Poste veligers con 18 horas de tiempo de contacto con cloro, se exige obtener un 100% de mortalidad. Si un procedimiento de tratamiento en continuo se esta usando y la mortalidad en el lugar del biobox es similar a la situación en el agua sin tratar, esto pueda indicar un problema con el procedimiento de control. Los mejillones fijos deben exhibir una alta mortalidad en el agua tratada.

## Zebra Mussel Life Stages

