

ECODOLIUM

**Diseño y construcción de un
microecosistema cerrado**

2012



¿Es realmente posible crear un ecosistema cerrado autosuficiente tal y como dice la teoría?

tecnópole
parque tecnológico de galicia

**Aulas Tecnópole
Parque Tecnológico de Galicia**

*Sara Álvarez González.
Carlos Jiménez Iglesias.*



ECODOLIUM. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MICROECOSISTEMA CERRADO

SARA ÁLVAREZ GONZÁLEZ Y CARLOS JIMÉNEZ IGLESIAS

1º BACHILLERATO

Tutor del trabajo: CARLOS PÉREZ FREIRE

AULAS TECNÓPOLE. Parque Tecnológico de Galicia. 32901 San Cibrao da Viñas. Ourense

1

Resumen:

Pretendemos diseñar y estabilizar un ecosistema cerrado. Estudiamos las variables que pueden afectar a un medio acuático y los ciclos que intervienen en esta estabilización. El ecosistema acuático que estudiamos es de agua dulce e incluye: gambas (Caridina Red Cherry), caracoles (Planorbis), algas (Cola de zorro) y lenteja de agua.

Centro: Aulas Tecnópole. Parque Tecnológico de Galicia

Participante 1: Nombre: Sara Álvarez González
Curso: 1º Bachillerato
e-mail: saraalvarezglez@gmail.com

Participante 2: Nombre: Carlos Jiménez Iglesias
Curso: 1º Bachillerato
e-mail: carlosjimxinzo@hotmail.com

Profesor: Nombre: Carlos Pérez Freire
Aulas Tecnópole. Parque Tecnológico de Galicia.
Titulación: Licenciado en Ciencias Biológicas
e-mail: carlospfreire@hotmail.com



ECODOLIUM. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MICROECOSISTEMA CERRADO

SARA ÁLVAREZ GONZÁLEZ Y CARLOS JIMÉNEZ IGLESIAS

1º BACHILLERATO

Tutor del trabajo: CARLOS PÉREZ FREIRE

AULAS TECNÓPOLE. Parque Tecnológico de Galicia. 32901 San Cibrao da Viñas. Ourense

1. INTRODUCCIÓN

Propósito: Creación de ecosistemas autosuficientes. Ecodolium.

1.1. CONCEPTO DE ECOSISTEMA

Se considera un ecosistema al medio ambiente biológico que consiste en todos los organismos (biocenosis) de un lugar particular, incluyendo también todos los componentes no vivos (biotopo), los componentes físicos del medio ambiente con el cual los organismos interactúan, como el aire, el suelo, el agua y el sol.

1.2. FACTORES QUE DETERMINAN SU VIABILIDAD.

1.2.1. CICLOS CARBONO, NITRÓGENO, FOSFORO AZUFRE.

Los factores que intervienen en la regulación y autosuficiencia de un ecosistema son principalmente debidos a la biodiversidad, aunque químicamente cada especie tiene una función (o varias). Es decir, un ecosistema cuanta más biodiversidad posea más rico y estable será, pero se puede reducir hasta simplificarlo en los cuatro ciclos bioquímicos principales.

Además de los factores químicos es muy importante tener muy en cuenta los factores físicos del medio, es decir, si queremos reproducir lo que sería un ecosistema teórico y simplificado (un ecosistema mínimo) tenemos que tener presentes las condiciones en las que se desenvuelven los organismos necesarios y adaptarlo para que se cumplan y todos los organismos puedan desarrollar sus funciones correctamente. Esto necesita un control más férreo que el equilibrio químico ya que este, una vez conseguido se autorregula, pero debido a que en la naturaleza no existen estos ecosistemas mínimos tenemos que tener presente la temperatura por ejemplo.



1.2.2. CICLO DEL NITRÓGENO

El **ciclo del nitrógeno** es cada uno de los procesos biológicos y abióticos en que se basa el suministro de este elemento a los seres vivos. Es uno de los ciclos biogeoquímicos importantes en que se basa el equilibrio dinámico de composición del ecosistema (biosfera).

3

1.2.3. CICLO DEL AZUFRE

El azufre forma parte de proteínas. Las plantas y otros productores primarios lo obtienen principalmente en su forma de ion sulfato (SO_4^{-2}). Los organismos que ingieren estas plantas lo incorporan a las moléculas de proteína, y de esta forma pasa a los organismos del nivel trófico superior. Al morir los organismos, el azufre derivado de sus proteínas entra en el ciclo del azufre y llega a transformarse para que las plantas puedan utilizarlos de nuevo como ion sulfato.

1.2.4. CICLO DEL CARBONO

La reserva fundamental de carbono, en moléculas de CO_2 que los seres vivos puedan asimilar, es la atmósfera y la hidrosfera. Este gas está en la atmósfera en una concentración de más del 0,03% y cada año aproximadamente un 5% de estas reservas de CO_2 se consumen en los procesos de fotosíntesis, es decir que todo el anhídrido carbónico se renueva en la atmósfera cada 21 años.

La vuelta de CO_2 a la atmósfera se hace cuando en la respiración, los seres vivos oxidan los alimentos produciendo CO_2 . En el conjunto de la biosfera la mayor parte de la respiración la hacen las raíces de las plantas y los organismos del suelo y no, como podría parecer, los animales más visibles.

1.2.5. CICLO DEL FÓSFORO

El ciclo del fósforo es un ciclo biogeoquímico, describe el movimiento de este elemento químico en un ecosistema.

Los seres vivos toman el fósforo (P) en forma de fosfatos a partir de las rocas fosfatadas, que mediante meteorización se descomponen y liberan los fosfatos. Éstos pasan a los vegetales por



el suelo y, seguidamente, pasan a los animales. Cuando éstos excretan, los descomponedores actúan volviendo a producir fosfatos.

1.3. ORIGEN DE LAS ECOSFERAS ARTIFICIALES

1.3.1. BIOSPHERE 2

En 1987, la empresa estadounidense *Space Biosphere Ventures* Construyó Biosphere 2, un complejo de 1'27 hectáreas que reproducen la biosfera terrestre y en la que se desarrollaron numerosos experimentos de hasta dos años de duración.

El principal objetivo era el poder sustentar una población humana en un planeta en el cual la vida fuera imposible, es decir, reproducir las condiciones terrestres en una zona herméticamente cerrada que sustente a los astronautas y/o científicos que puedan estudiar el planeta. Estos experimentos presentaron gran cantidad de fallos en cuanto al sistema de renovación del oxígeno a largo plazo entre otros.

1.3.2. BIOS-3

Por parte rusa, durante la guerra fría ya se empezó a dar vueltas a este tema en 1961 coincidiendo con el histórico viaje de Yuri Gagarín. Bios-3, situado en Liberia fue el precursor de Bios-2 en la disputa sobre la supremacía tecnológica.

Este proyecto llegó a una eficiencia del 85% en 1968 pero no se tenía en cuenta el reciclado de los desechos humanos como las heces o la orina que eran almacenados y secados. Hemos de destacar lo pionero del proyecto Bios-3 ya que dio un paso de gigante hacia el objetivo de sustentar seres humanos en un hábitat cerrado completamente aislado del medio exterior.

1.4. HIPÓTESIS:

¿Es realmente posible crear un ecosistema cerrado autosuficiente tal y como dice la teoría?



2. MATERIAL Y MÉTODOS.

2.1. MATERIALES.

♣ Seres vivos

A. Algas

- Colas de zorro. Estas algas son imprescindibles para la alimentación de las gambas y la oxigenación del agua. Estas son las principales funciones que realiza además de sintetizar los elementos químicos para que quienes se alimenten de ellas también reciban los bioelementos necesarios para su vida.
- Musgo de Java. No es relevante en cuanto al ecodolium, pero desde el punto de vista de mantener en el gambario/acuario a las gambas es realmente importante para el parecido con el medio natural de las gambas y que se adapten más rápido.

B. Invertebrados

- Planorbis. Estos caracoles son imprescindibles para mantener limpio el tarro del ecodolium de algas microscópicas y suciedad y evitar que la superpoblación de algas y no dejen realizar la fotosíntesis a las colas de zorro de las que se alimentan las gambas
 - Caridina Red Cherry. Las gambas se encargan de producir el CO₂ y alimentarse de las algas, es decir, son los últimos consumidores del ciclo. Las caridina red cherry son las gambas de agua dulce más idóneas para este tipo de experimentos debido a que aguantan un pH ácido y un rango de temperatura superior que otras gambas. Simbólicamente representan a los seres vivos más visibles de la bioesfera terrestre (herbívoros y carnívoros) y un indicador perfecto de la salud de un ecosistema.
- ♣ Material de acuario: Termómetro, filtro, bomba de agua y calentador (este material va en la pecera, no en la ecodolium final). Lo único que inorgánico que coincide es el sustrato y el agua que la tomamos de la propia pecera.



2.2. MÉTODO.

2.1. INFORMACIÓN

Nos informamos en foros sobre acuarios de los cuidados específicos de cada uno de los seres vivos a tener en cuenta en la ecodolium y todas sus características tanto de alimentación.

6

2.2. MONTAJE DE LA PECERA

- Introducir las colas de zorro.
 - Incorporar el sustrato sobre la superficie de la pecera formando una capa de la misma.
 - Añadir el musgo cubriendo la máxima zona de sustrato posible.
 - Verter el agua que se encuentre en las condiciones necesarias para la supervivencia de los organismos en la medida deseada y acoplar a la pecera el material de acuario especificado anteriormente.
 - Ya es posible añadir las gambas y los caracoles.
- ▲ Seguimiento y análisis. Se realizará cada semana un análisis completo para la verificación de la correcta composición.
- ▲ Montaje de las ecodolium. Se seguirá el modelo de introducción de los elementos especificado en el montaje de la pecera, variando solamente las cantidades en función de lo marcado (con ausencia de musgo).

2.3. EXPERIENCIAS LLEVADAS A CABO HASTA EL 12-3-2012

1ª Experiencia

Comenzamos el proyecto con un intento de gambario con bastantes errores. Para empezar, introdujimos algas del río Miño (Ourense) y agua del grifo tratada con “matacloro” y los caracoles no eran Planorbis, sino una especie mucho más pequeña del río Miño (Castrelo de Miño, Ourense).



2ª Experiencia

Continuamos buscando información tanto de los parámetros químicos de los organismos como del medio ideal para mantenerlo hasta que continuamos por un nuevo intento con algas cola de zorro y como sustrato gravilla común de obra.

3ª Experiencia

Finalmente decidimos crear el gambario con todos los componentes anteriores, es decir: gambas caridina red cherry, caracoles Planorbis (en forma de huevos en un número de cinco que aún no han eclosionado pero que lo harían en breve), cola de zorro, musgo de java y como sustrato: sustrato específico de acuario (los metales pesados son muy perjudiciales para los invertebrados).

Montamos dos ecodolium de este nuevo tipo con variaciones para destacar la importancia de cada uno de los elementos en el ciclo, es decir:

- A. Ecodolium I: suprimimos los caracoles.
- B. Ecodolium II: Suprimimos las gambas.

4ª Experiencia

Dispusimos dos nuevos ecodolium con el mismo biotopo, parte inerte, pero distintas biocenosis, parte viva, y analizamos periódicamente parámetros como: nitratos, nitritos, pH y temperatura.

- C. Ecodolium-Carlos.
 - Recipiente de 750 cm³
 - 30 cm de alga cola de zorro.
 - 1 caracol Planorbis
 - 8 caracoles de tamaño inferior a 1 cm
 - 1 gamba Caridina Red Cherry



D. Ecodolium-Sara.

- Recipiente de 750 cm³
- 30 cm de alga cola de zorro.
- 2 caracoles Planorbis
- 0 caracoles de tamaño inferior a 1 cm
- 1 gamba Caridina Red Cherry

3. RESULTADOS:

1º Experiencia

Este primer intento fracasó principalmente por la temperatura del agua, la inadaptación nutritiva, y probable contaminación con algas microscópicas y protozoos al agua se tornó amarilla hacia el final). Los caracoles sobrevivieron, pero fueron descartados para posteriores ensayos.

2ª Experiencia

En este caso las gambas no sobrevivieron.

Este fracaso pudo ser debido al descenso de la temperatura del agua ya que la sala en la que se encontraba no tenía calefacción, ni dispusimos inicialmente de ningún sistema para controlar la temperatura.

3ª Experiencia

En ambos casos observamos una proliferación de algas y que en ninguno de los casos se llegaba a alcanzar un equilibrio deseado.

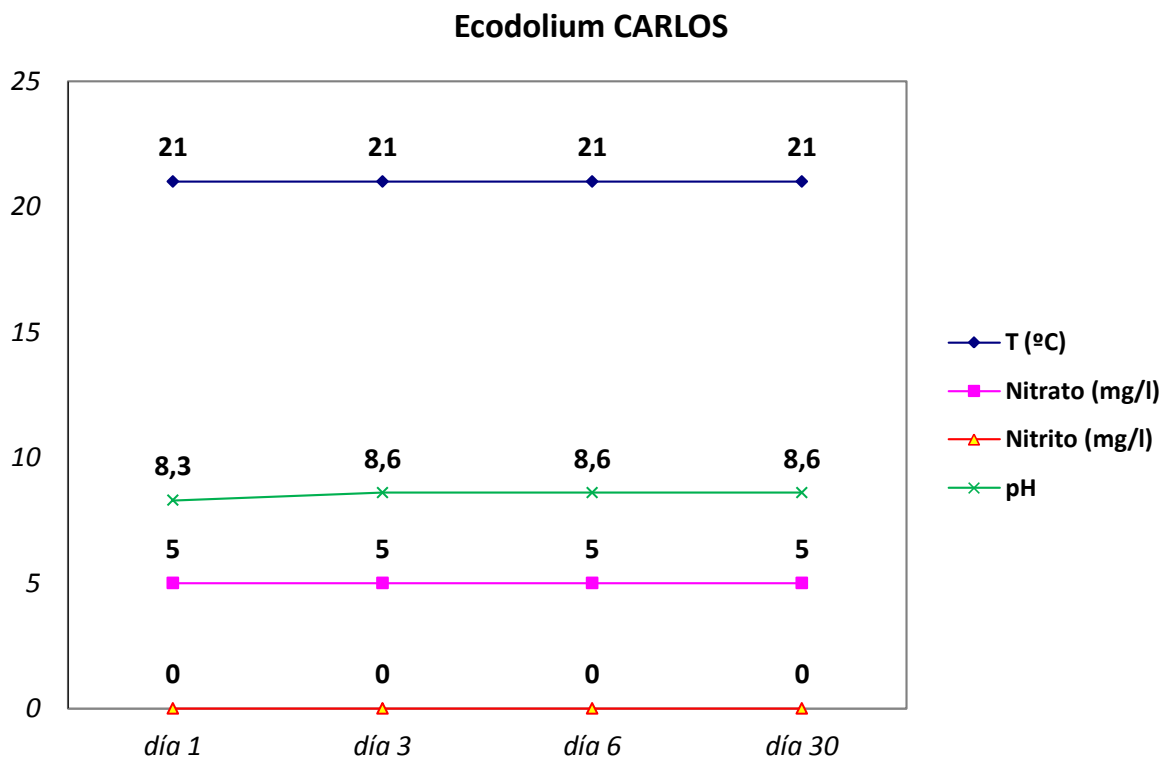
- A. Ecodolium I sin caracoles: podríamos notar un aumento de la presencia de algas en el cristal del tarro ya que nadie las eliminaría.
- B. Ecodolium II: Sin gambas: podríamos observar que las algas crecen en exceso y dan lugar a que finalmente se ultraoxigene el medio acabando por matar al alga por “asfixia”. Esto se apreciaría en que el agua se tornaría verde en el primer caso y cristalina en el segundo.



4ª Experiencia

C. Ecodolium-Carlos.

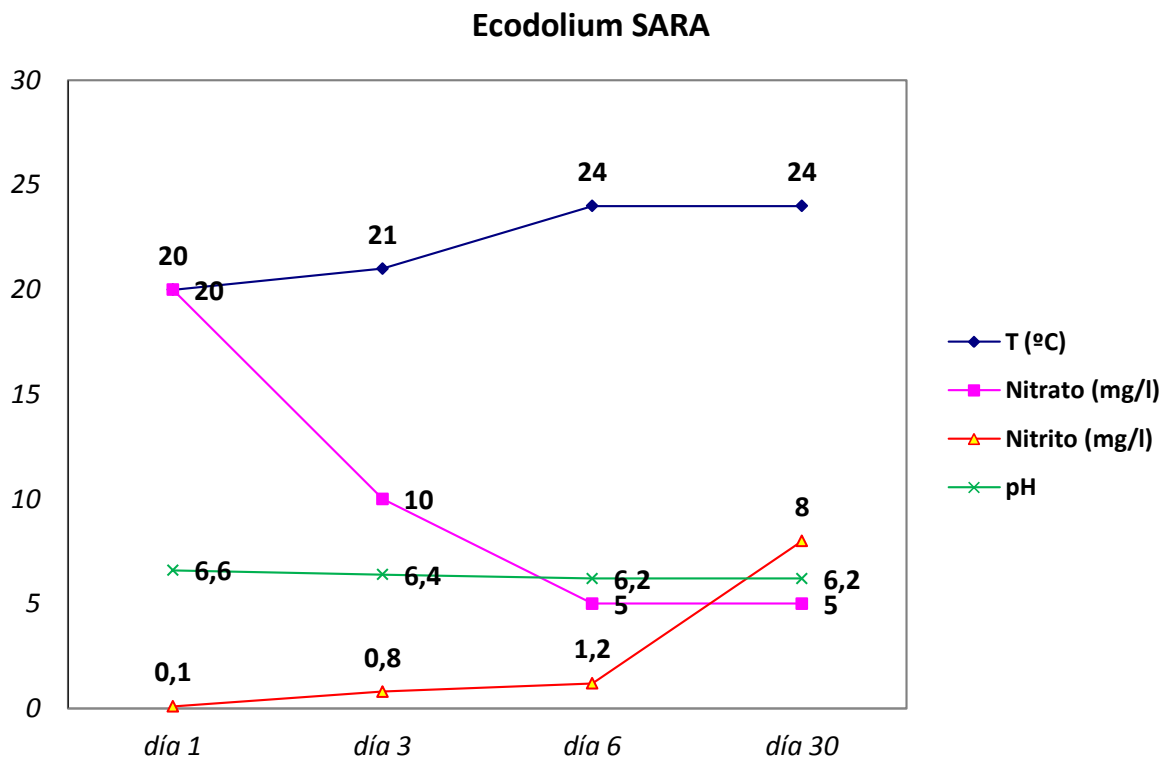
| | Temperatura | Nitratos | Nitritos | pH |
|-----------|-------------|----------|----------|-----|
| 7-2-2012 | 21 °C | 5,0 mg/l | 0 mg/l | 8,3 |
| 9-2-2012 | 24 °C | 5,0 mg/l | 0 mg/l | 8,6 |
| 12-2-2012 | 24 °C | 5,0 mg/l | 0 mg/l | 8,6 |
| 7-3-2012 | 24 °C | 5,0 mg/l | 0 mg/l | 8,6 |





D. Ecodolium-Sara.

| | Temperatura | Nitratos | Nitritos | pH |
|-----------|-------------|-----------|----------|-----|
| 7-2-2012 | 20 °C | 20,0 mg/l | 0,1 mg/l | 6,6 |
| 9-2-2012 | 21 °C | 10,0 mg/l | 8,0 mg/l | 6,4 |
| 12-2-2012 | 24 °C | 5,0 mg/l | 1,2 mg/l | 6,2 |
| 7-3-2012 | 24 °C | 5,0 mg/l | 8,0 mg/l | 6,2 |





4. CONCLUSIONES.

Los resultados más favorables los obtuvimos en el Ecodolium-SARA en el cual se puede apreciar que hay un proceso de estabilización de la concentración de nitratos (desciende de 20 a 5 mg/l) y de nitritos (que aumenta de 0,1 a 8,0 mg/l).

11

Esta composición parece haberse estabilizado por sí misma y perdurar en el tiempo. El único problema que podemos predecir es que al tener solamente una gamba *Caridina Red Cherry* no se puede asegurar la perpetuación del sistema en el tiempo.

Para ampliar este trabajo pensamos en desarrollar otro tipos de ecosistemas microbioógicos, conocidos como columnas de Winogradsky, con lodos de los ríos que pasan por la ciudad de Ourense: Río niño, río Lonia y río Barbaña.

Con ello creemos que sería posible crear pequeños ecosistemas tanto con vertebrados, Ecodolium, como columnas de Winogradsky con materiales propias de nuestra ciudad.

Los microbiólogos Sergei Winogradsky (1856-1953) y Martinus Willen Beijerinck (1851-1931) estudiaron las relaciones entre diferentes tipos de microorganismos en comunidades mixtas.

La columna de Winogradsky es un ejemplo muy práctico para ver cómo los microorganismos ocupan microhábitats muy específicos en función de sus tolerancias medioambientales y sus necesidades vitales (necesidades de sustancias químicas carbono y energía).

Por otro lado se puede ver cómo diferentes microorganismos desarrollan sus ciclos, y las relaciones que existen entre ellos.

La columna de Winogradsky es un sistema completo y autónomo mantenido sólo por la energía de la luz.

En esta nueva fase del trabajo estamos desarrollando distintas columnas con lodos de los principales ríos que pasan por la ciudad de Ourense (Miño, Lonia y Barbaña)



Para ello seguimos los siguientes pasos:

- Dispusimos tres columnas con lodos ricos en materia orgánica hasta 1/3 de su volumen.
- Añadimos restos orgánicos (carne picada, trozos de papel...)
- SO_4Ca (fuentes de sulfato) y CO_3Ca (tampón regulador de pH)
- Se aprieta bien para eliminar las burbujas de aire
- Se rellena la columna con agua previamente estancada.
- Se tapa cubre film y papel de aluminio.
- Se coloca en una ventana expuesta al sol.

En el momento de la redacción de esta memoria la columnas están en funcionamiento y aún no se aprecian resultados.

5. AGRADECIMIENTOS

Tecnópole.

Parque Tecnológico Galicia, 2
32901 San Cibrao das Viñas
Ourense



Consellería de Economía e Industria

Xunta de Galicia
Dirección Xeral de Investigación,
Desenvolvemento e Innovación
Xunta de Galicia





6. BIBLIOGRAFÍA

- http://www.ecosferas.com/view_ecosferas/es/inicio.html (10-10-2011)
- <http://www.tecnun.es/asignaturas/Ecologia/Hipertexto/04Ecosis/100Ecosis.htm> (15-10-2011)
- <http://www.tecnun.es/asignaturas/Ecologia/Hipertexto/04Ecosis/131CicC.htm> (15-10-2011)
- <http://www.ciclodelcarbono.com/> (15-10-2011)
- <http://www.tecnun.es/asignaturas/Ecologia/Hipertexto/04Ecosis/135CicN.htm> (5-11-2011)
- <http://www.lenntech.es/ciclo-azufre.htm> (10-11-2011)
- <http://www.tecnun.es/asignaturas/Ecologia/Hipertexto/04Ecosis/137CicP.htm> (4-12-2011)
- <http://biblioteca.portalpez.com/el-acuario-el-equilibrio-de-una-balanza-vt2837.html> (7-12-2011)

7. DOSIER FOTOGRÁFICO



Caracoles Planorbis en Ecodolium



Caracol Planorbis en pared de cristal del Ecodolium

Caracoles Planorbis y gambas Caridina en Ecodolium





Huevos de caracoles Planorbis

Caracoles Planorbis muertos en uno de los ensayos





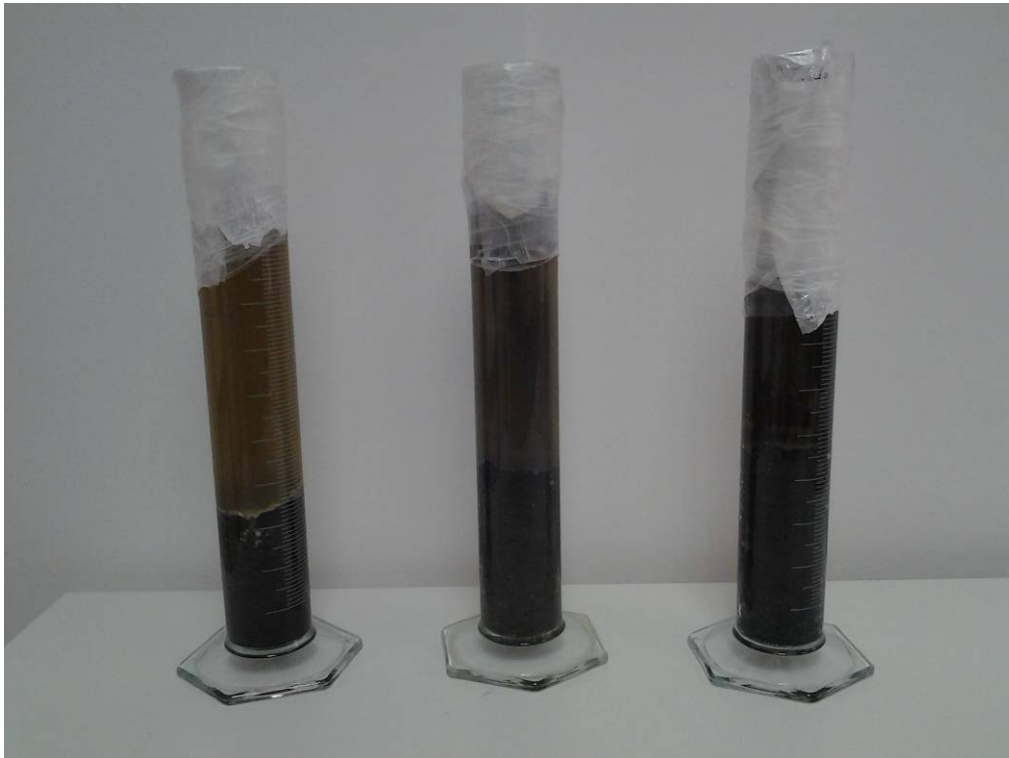
Ecodolium



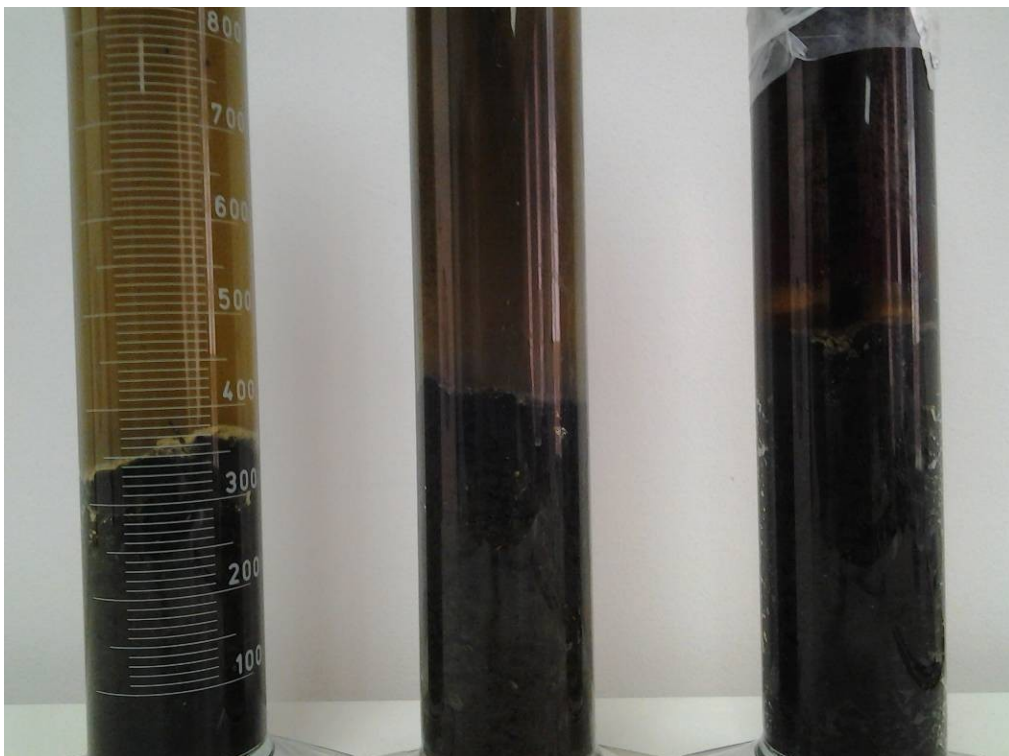


Gamba Caridina en Ecodolium





Columnas de winogradsky





Columnas de winogradsky



Detalle columnas de winogradsky