



MINI-GAIA

IES Son Pacs

Alumnos: Daniel Brines, Vicenç Calafell, Marina Colom, Berta Cuellar,
Sofia Garcia, Anne Mira, Bel Morey, Lia Pérez, Jaime Tugores

Profesora: Catalina Morey

INDICE

1. PRESENTACIÓN

2. OBJETIVO DEL PROYECTO

3. CONTEXTO TEÓRICO

4. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. MESOCOSMOS TERRESTRES

4.1.1. Mesocosmos A

4.1.2. Mesocosmos B

4.1.3. Procesamiento de datos Mesocosmos A y Mesocosmos B

4.2 MESOCOSMOS ACUÁTICOS

5. ANALISIS DEL ESTUDIO DE LOS MESOCOSMOS

5.1. Mesocosmos A

5.2. Mesocosmos B

5.3. Mesocosmos C y D

6. CONCLUSIÓN

7. REFERENCIAS

1. PRESENTACIÓN

El grupo participante está formado por nueve estudiantes de Biología que están cursando 1º Bachillerato Internacional. Dentro de esta modalidad de bachillerato los alumnos tienen que llevar a cabo 60 horas de actividades prácticas y algunas de estas vienen fijadas en el currículo de la asignatura. Una de las prácticas obligatorias es la “Organización de un mesocosmos cerrado para tratar de establecer condiciones de sustentabilidad”. Aprovechamos esta práctica para llevar a cabo el proyecto “Mini-Gaia”

2. OBJETIVO DEL PROYECTO

El principal objetivo de esta investigación es comprobar que la naturaleza es capaz de autorregularse por sí misma. Para ello, optamos por un mesocosmos sustentable, que es la recreación de un ecosistema natural (tanto acuático como terrestre) a menor escala y herméticamente cerrado donde hay representantes de los diferentes niveles tróficos (productores, consumidores y descomponedores). Al ser un ecosistema cerrado no habrá ningún intercambio de materia con el exterior, tan sólo habrá un intercambio de energía. La única fuente de energía será la solar.

El principal objetivo del proyecto es el estudio de un ecosistema y su funcionamiento, además de observar cómo la naturaleza es capaz de autorregularse por sí misma. Para llevar a cabo este estudio se utilizaron mesocosmos sustentables. Un mesocosmos es la recreación de un ecosistema natural (que puede ser tanto acuático como terrestre) a menor escala y herméticamente cerrado, donde hay representantes de los diferentes niveles tróficos (productores, consumidores y descomponedores). Al ser un ecosistema cerrado no habrá ningún intercambio de materia con el exterior, tan sólo habrá un intercambio de energía. La única fuente de energía será la solar.

Otro objetivo del proyecto es crear un modelo, usado como instrumento de investigación y que facilite el aprendizaje durante su construcción y observación diaria.

La construcción de estos mesocosmos está inspirada en la ecosfera de la NASA. Un ecosistema en miniatura autosuficiente contenido en una bola de cristal. La creación de esta ecosfera en miniatura era necesaria ya que crear sistemas cerrados sustentables donde se produzcan nutrientes y oxígeno y donde el aire y el agua se mantengan estables y sostenibles en el tiempo, es vital para la investigación en viajes espaciales de larga duración y el establecimiento de sistemas autosuficientes en planetas como Marte (Torres y otros, 2011).

3. CONTEXTO TEÓRICO

Al tratar de recrear un ecosistema procede definir una serie de términos como, ecología, ecosfera, ecosistema, comunidad, población y especie, que ayudan al entendimiento de los procesos que tienen lugar en estos.

El diccionario de la Real Academia Española, define la “ecología” como la ciencia que estudia los seres vivos como habitantes de un medio, y las relaciones que mantienen entre sí y con el propio medio.

La ecología estudia sistemas abiertos ya que hay un cambio tanto de materia como de energía y que las relaciones entre los seres vivos pueden ser tanto interespecíficas (relaciones entre individuos de diferentes especies) como intraespecíficas (relaciones producidas entre individuos de una misma especie).

A continuación se definen los términos clave para el estudio de la ecología:

- **Ecosfera** es el conjunto formado por todos los ecosistemas que constituyen la Tierra o el gran ecosistema planetario.
- **Ecosistema** o sistema ecológico es cualquier área de la naturaleza en la que existan unos componentes bióticos (plantas, animales y microorganismos) que se relacionan entre sí además de con otros componentes abióticos (humedad,

temperatura, gases, nutrientes, salinidad y tipo de suelo) que condicionan o limitan la existencia de los componentes bióticos con los que interaccionan.

- **Comunidad** o biocenosis es la parte biótica de un ecosistema, es decir, el conjunto de seres vivos que componen el ecosistema y que se relacionan entre ellos.
- **Población** es un conjunto de individuos de una misma especie que viven en un mismo espacio y que se relacionan entre sí.
- **Especie** es un conjunto de individuos que se reproducen entre sí y que tienen descendencia fértil.
- **Factores abióticos** son aquellos componentes físicos y químicos que determinan el espacio físico del ecosistema, ejemplos de componentes abióticos de un ecosistema son el clima, el agua, la salinidad, la composición del suelo, el pH, la humedad, la luz.... Por ejemplo en el caso de los ecosistemas acuáticos simulados para esta investigación, el medio abiótico está conformado por los siguientes factores: el agua, la luz solar, la temperatura, el pH del agua, el oxígeno disuelto, arena...
- **Factores bióticos** son los seres vivos que habitan el ecosistema, que interactúan entre ellos y con el medio abiótico. En los ecosistemas acuáticos simulados el componente biótico está formado por los microorganismos que se encuentran en el agua, las algas y los camarones.
- **Factores limitantes**, son aquellas variables (abióticas, como la luz o la salinidad) en el medio capaz de limitar la población en una zona o área determinada para las especies; actúa como un "freno" al crecimiento.

El interés de este proyecto reside en la observación de las relaciones que se den en los mesocosmos o ecosistemas en miniatura creados por los alumnos. Al ser los

mesocosmos creados tan limitados serán importantes las relaciones entre el medio abiótico y los seres vivos que lo habitan y los factores limitantes.

También tienen su importancia las relaciones tróficas que se puedan dar entre los organismos del mesocosmos tanto los introducidos desde el principio como los que irán apareciendo a lo largo del estudio. Las relaciones tróficas son las diversas relaciones que se pueden establecer en un ecosistema entre organismos que se alimentan los unos de los otros, son muy importantes para que el mesocosmos permanezca estable.

Cabe destacar la importancia que tienen los **flujos de energía** y los **ciclos de materia** dentro de un ecosistema. Estos flujos y ciclos siguen todos una serie de principios de sostenibilidad natural, como son:

- El reciclaje eficiente de la materia, para de esta manera obtener nutrientes.
- La preservación de los nutrientes dentro de unos límites, es decir, que no escapen del ecosistema.
- Evitar la producción de desechos no utilizables.
- La utilización de la luz solar (renovable) como fuente de energía.

En cuanto a los flujos de energía se puede decir que la principal entrada de energía en la biosfera se da en forma de energía luminosa captada por los organismos fotosintetizadores. Este flujo energético a través del sistema origina una estratificación trófica, y la energía que contiene la materia orgánica pasa de un estrato a un estrato superior en un sentido único en forma de alimento. Cada uno de estos estratos se llama **nivel trófico**. Esta energía fluye en una sola dirección, desde el Sol a los descomponedores, pasando por el resto de niveles tróficos.

Parte de la energía solar captada por los organismos fotosintéticos es usada por estos para sintetizar materia orgánica, la otra parte se disipa durante la respiración; con los herbívoros pasa lo mismo, ya que consumen la energía almacenada por los autótrofos

pero disipan una parte en la respiración. Esto se repite de manera sucesiva a lo largo de la cadena trófica.

De la misma manera se puede decir del **ciclo de la materia** que la materia orgánica es biodegradable, lo que significa que puede ser degradada y transformada en materia inorgánica por la acción de organismos concretos, los descomponedores. Gracias a ellos la materia orgánica que cae al suelo procedente de cada uno de los niveles tróficos se transforma en sales minerales. De este modo la materia se recicla.

4. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Se decidió construir cuatro mesocosmos, dos acuáticos y dos terrestres a modo de réplicas, para poder ver los cambios que pueden darse en diferentes ecosistemas. Antes de empezar con la construcción de los ecosistemas los alumnos buscaron información sobre conceptos de ecología y sustentabilidad, y sobre cuáles eran las plantas más adecuadas para cada tipo de ecosistema que se quisiera crear.

Se definieron las variables a tener en cuenta: dependientes, independientes y controladas. Al ser un sistema cerrado se encontraron que no se podían medir la mayoría de variables independientes al no tener los medios adecuados para hacerlo. Por tanto se decidió que variables ambientales se medirían y que variables cualitativas se observarían a lo largo del proceso.

Se midió periódicamente la temperatura exterior del recipiente con un termómetro láser lo que permitió ver la oscilación de temperaturas durante los tres meses. Al abrir el mesocosmo se pudo medir el pH del agua y el oxígeno disuelto en el agua de los mesocosmos acuáticos.

Las variables cualitativas que se han ido observando a lo largo de los tres meses han sido: condensación del agua en las paredes del recipiente, cambios en las paredes del recipiente, aparición de organismos, cambios en los organismos, desaparición de organismos, color del agua, crecimiento de las raíces de las plantas, pH

Mediante esta proyecto, se ha querido responder a la siguiente pregunta de investigación: ¿es posible mantener un mesocosmos sustentable durante tres meses?

Los alumnos elaboraron un informe de su investigación con las variables, hipótesis, datos cuantitativos y cualitativos y conclusión.

4.1.MESOCOSMOS TERRESTRES

Se hicieron dos mesocosmos terrestres los cuales tenían diferentes especies pero las mismas variables y condiciones. En este informe nombramos los dos mesocosmos cómo **mesocosmos A** y **mesocosmos B**.

Variables mesocosmos A y mesocosmos B

| | |
|-------------------------------|---|
| Variable independiente | Temperatura de la habitación, cantidad de Sol, etc |
| Variable dependiente | Supervivencia y sostenibilidad del mesocosmos |
| Variables controladas | Tipo de tierra elegida, Especies vegetales Posición del envase Tiempo. |

4.1.1. Mesocosmos A

Materiales:

- Tarro de cristal hermético (5L)
- Turba (250g)
- Grava (470 g)
- Plantas: *Polypodium vulgare*, *Haworthia limifolia*, *Euphorbia milii*, *Quercus ilex*,
Bryophyta
- Agua (60 g)
- Balanza
- Cuenco

Hipótesis:

Nuestra hipótesis antes de realizar el experimento es que el mesocosmos sobrevivirá durante el período de experimentación debido a la elección de plantas.

Hemos escogido especies adaptadas al clima mediterráneo y a las sequías, por lo que la falta de agua del mesocosmos no tendría porqué afectar a su supervivencia. La variedad de organismos es amplia: una especie de helecho (*Polypodium vulgare*), plantas crasas (*Haworthia limifolia* y *Euphorbia milii*), un árbol (*Quercus ilex*) y musgo (*Bryophyta*); por lo que hay más posibilidades de que el mesocosmos sobreviva o que al menos alguna de todas las especies logre sobrevivir.

Procedimiento:

1. Preparar un tarro de cristal capaz de cerrarse herméticamente de un volumen de 5 litros
2. Poner en el fondo del tarro una capa fina de grava para que el agua drene y encima una capa gruesa de turba.
3. Preparar las plantas que se utilizarán. Se han utilizado las siguientes especies: *Polypodium vulgare*, *Haworthia limifolia*, *Euphorbia milii*, *Quercus ilex*, *Bryophyta*
4. Pesar las plantas antes de plantarlas
5. Cerrar el bote. Al ser un tarro hermético no hay entradas ni salidas de materia. Por eso un mesocosmos se considera un sistema cerrado.
6. Recoger datos de temperatura, nuevos organismos, color de las hojas, condensación, etc durante los 3 meses que el mesocosmos estará cerrado,
7. Abrir el mesocosmos, y mirar algunas características cómo el pH de la tierra.

4.1.2.Mesocosmos B

Materiales:

- Bote de cristal (2,5 L)
- Turba (230 g)
- Plantas: *Aloe vera*, *Cactaceae*, *Bryophyta*
- Piedras
- Tapón de plástico

- Gravilla (500 g)

- Agua (60 g)

Hipótesis:

El mesocosmos va a sobrevivir ya que con este material se creará un sistema cerrado en el que los productores realicen la fotosíntesis, la materia orgánica creada sea consumida por los consumidores o detritívoros y finalmente descompuesta en materia inorgánica por los descomponedores. El contenedor se pondrá en un ventanal expuesto al sol de tal manera que el mesocosmos disponga de la energía suficiente para la realización de la fotosíntesis.

Procedimiento

1. Obtener todo el material necesario para la realización de la investigación.
2. Asegurarse de que los objetos usados como material de la investigación no están alterados o contaminados por ninguna otra sustancia.
3. Con un recipiente y una báscula pesar la cantidad de gravilla necesaria.
4. Introducir 500 gramos de gravilla dentro del bote de cristal.
5. Con el recipiente y la báscula, pesar la cantidad de turba necesaria.
6. Introducir la mitad de la turba (100 gramos) dentro del bote de cristal.
7. Introducir las especies elegidas dentro del bote de cristal.
8. Introducir el resto de la turba (130 gramos) para cubrir las raíces de las especies introducidas.
9. Crear un lago con un tapón de plástico e introducir 60 gramos de agua en él. También añadir una piedra al mesocosmos.
10. Una vez introducido todo lo necesario dentro, cerrar el mesocosmos.
11. Revisar el mesocosmos cada día: Temperatura, aparición de nuevas especies, el vapor de agua condensado, la muerte de las especies.
12. Al cabo de tres meses abrir el mesocosmos y observar lo ocurrido.

MESOCOSMOS A



MESOCOSMOS B



4.1.3. Procesamiento de datos Mesocosmos A y Mesocosmos B

Datos brutos:

Se recogieron las temperaturas de cada mesocosmos durante un periodo de 3 meses y se pusieron en la siguiente tabla:

Tabla 1: Temperaturas del Mesocosmos A y Mesocosmos B durante un periodo de 3 meses y sus medias.

| Fecha | Temperatura °C ($\pm 0,1$) | |
|----------|------------------------------|--------------|
| | Mesocosmos A | Mesocosmos B |
| 04/12/17 | 19,2 | 19,2 |
| 05/12/17 | 19,4 | |
| 11/12/17 | 19,4 | 19,4 |
| 12/12/17 | 20,2 | 20,2 |
| 13/12/17 | 19,4 | 20,6 |
| 14/12/17 | 21,2 | |
| 15/12/17 | 20,2 | 20,4 |
| 18/12/17 | 18,9 | 18,4 |
| 19/12/17 | 20,6 | 19,4 |
| 20/12/17 | 21,1 | 19,4 |
| 21/12/17 | 20,1 | 20,6 |
| 08/01/18 | 17,8 | 19,2 |
| 09/01/18 | 19,4 | 18,8 |
| 10/01/18 | 19,4 | 19,4 |
| 11/01/18 | 19,8 | |
| 15/01/18 | 19,0 | 20,0 |
| 16/01/18 | 20,0 | 19,6 |
| 17/01/18 | 20,6 | 21,4 |
| 18/01/18 | 21,4 | 18,6 |
| 19/01/18 | 20,4 | 21,8 |
| 22/01/18 | 21,4 | 20,6 |
| 23/01/18 | 20,4 | 19,6 |
| 24/01/18 | 19,8 | 20,0 |
| 25/01/18 | | 20,2 |
| 29/01/18 | 19,2 | |
| 30/01/18 | | 20,0 |
| 31/01/18 | | 20,4 |
| 05/02/18 | 20,0 | |
| 06/02/18 | 19,0 | |
| 08/02/18 | 20,6 | |
| 09/02/18 | | 20,4 |

| | | |
|--------------|-------------|-------------|
| 14/02/18 | 19,8 | |
| 15/02/18 | 21,3 | 22,2 |
| 19/02/18 | | 19,4 |
| 20/02/18 | 19,2 | |
| 21/02/18 | | 19,6 |
| 22/02/18 | 20,4 | 20,4 |
| 26/02/18 | | 18,4 |
| 05/03/18 | | 19,4 |
| 07/03/18 | 20,4 | |
| 09/03/18 | 21,2 | |
| 13/03/18 | 20,4 | |
| 19/03/18 | 19,2 | |
| 20/03/18 | 18,2 | |
| MEDIA | 19,4 | 19,9 |

NOTA: Faltan algunos días porque como los mesocosmos estaban en el instituto no se podía apuntar la temperatura cada día

Tabla 2: Datos cualitativos obtenidos de la observación del **Mesocosmos A**

| Dia | Condensación del agua y cambios en paredes del tarro | Presencia de seres vivos | Cambios y desaparición de organismos |
|-----------------|---|--|---|
| 04/12/17 | Condensación lado derecho del bote | No hay nuevos organismos | Algunas hojas amarillas en <i>Euphorbia milii</i> |
| 05/12/17 | Condensación lado derecho del bote | | Hojas amarillentas |
| 11/12/17 | Condensación lado derecho del bote | Aparición de nuevos organismos (gusanos) | Algunas hojas muertas |
| 12/12/17 | Condensación lado derecho del bote | Presencia de nuevos organismos (gusanos) | Algunas hojas amarillentas y pérdida de hojas |
| 13/12/17 | Condensación lado derecho del bote | Presencia de gusanos | |
| 14/12/17 | -Mucha condensación en la parte superior del lado derecho. | Presencia de gusanos | |

| | | | |
|-----------------|--|--|--|
| | -Tierra en la pared de tarro por el lado derecho | | |
| 15/12/17 | Condensación lado derecho del bote | -Todas las plantas siguen vivas -Presencia de gusanos | Algunas hojas amarillentas |
| 18/12/17 | Condensación lado derecho del bote | Presencia de gusanos | Algunas hojas amarillentas |
| 19/12/17 | Condensación lado derecho del bote | Presencia de gusanos | Algunas hojas amarillentas |
| 20/12/17 | Condensación lado derecho del bote | Presencia de gusanos | Algunas hojas amarillentas |
| 21/12/17 | Condensación lado derecho del bote | Presencia de gusanos | |
| 08/01/18 | Condensación lado derecho del bote | Presencia de gusanos | |
| 09/01/18 | Condensación lado derecho del bote | Presencia de gusanos | Algunas hojas del helecho marrones |
| 10/01/18 | Condensación lado derecho del bote | Presencia de gusanos | Hojas amarillenta |
| 11/01/18 | Condensación lado derecho del bote | Presencia de gusanos | Hojas amarillentas |
| 15/01/18 | Condensación lado derecho del bote | Presencia de gusanos | Hojas amarillentas |
| 16/01/18 | Condensación lado derecho del bote | Presencia de gusanos | Hojas amarillentas |
| 17/01/18 | Condensación lado derecho del bote | Presencia de gusanos | Hojas amarillentas |
| 18/01/18 | Condensación lado derecho del bote | Presencia de gusanos | Hojas amarillentas |
| 19/01/18 | Condensación lado derecho del bote | Presencia de gusanos | Hojas más marrones de la encina y el helecho |
| 22/01/18 | Condensación lado derecho del bote | Presencia de gusanos | Hojas amarillentas |

| | | | |
|-----------------|------------------------------------|----------------------|---|
| 23/01/18 | Condensación lado derecho del bote | Presencia de gusanos | Hojas amarillentas |
| 24/01/18 | Condensación lado derecho del bote | Presencia de gusanos | Hojas amarillentas |
| 29/01/18 | Condensación lado derecho del bote | Presencia de gusanos | Hojas amarillentas |
| 05/02/18 | Condensación lado derecho del bote | Presencia de gusanos | Hojas amarillentas |
| 06/02/18 | Condensación lado derecho del bote | Presencia de gusanos | Hojas amarillentas |
| 08/02/18 | Condensación lado derecho del bote | Presencia de gusanos | Hojas amarillentas |
| 14/02/18 | Condensación lado derecho del bote | Presencia de gusanos | Hojas amarillentas |
| 15/02/18 | Condensación lado derecho del bote | Presencia de gusanos | -Hojas amarillentas -Plantas más húmedas |
| 20/02/18 | Condensación lado derecho del bote | Presencia de gusanos | Hojas amarillentas |
| 22/02/18 | Condensación lado derecho del bote | Presencia de gusanos | Hojas amarillentas |
| 07/03/18 | Condensación lado derecho del bote | Presencia de gusanos | Hojas amarillentas |
| 09/03/18 | Condensación lado derecho del bote | Presencia de gusanos | Hojas amarillentas |
| 13/03/18 | Condensación lado derecho del bote | Presencia de gusanos | Hojas amarillentas |
| 19/03/18 | Condensación lado derecho del bote | Presencia de gusanos | Hojas amarillentas |
| 20/03/18 | Condensación lado derecho del bote | Presencia de gusanos | Hojas amarillentas |

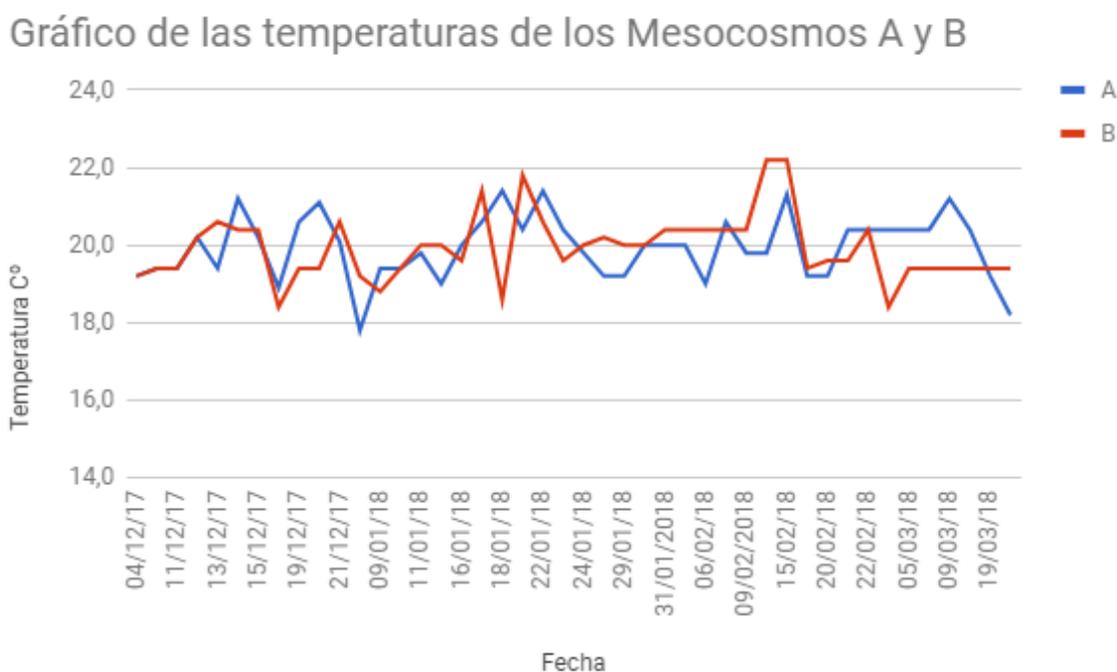
Tabla 3: Datos cualitativos obtenidos de la observación del **Mesocosmos B**

| Día | Condensación del agua y cambios en el tarro | Presencia de seres vivos | Cambios y desaparición de organismos |
|-----------------|--|---------------------------------|---|
| 4/12/17 | Condensación lado derecho del bote | Presencia de insectos | Ausente |
| 11/12/17 | Condensación lado derecho del bote | Gusanos y larvas | Ausente |
| 12/12/17 | Condensación lado derecho del bote | Gusanos pequeños | Ausente |
| 13/12/17 | Condensación lado derecho del bote | Gusanos pequeños | Ausente |
| 15/12/17 | Condensación lado derecho del bote | Gusanos pequeños | Ausente |
| 18/12/17 | Condensación lado derecho del bote | Crecimiento de larvas | Ausente |
| 19/12/17 | Condensación lado derecho del bote | Ausente | Ausente |
| 20/12/17 | Condensación lado derecho del bote | Crecimiento de larvas | Presente |
| 21/12/17 | Condensación lado derecho del bote | Ausente | Ausente |
| 08/01/18 | Condensación lado derecho del bote | Ausente | Presente |
| 09/01/18 | Condensación lado derecho del bote | Ausente | Presente |
| 10/01/18 | Condensación lado derecho del bote | Ausente | Presente |
| 15/01/18 | Condensación lado derecho del bote | Ausente | Presente |
| 16/01/18 | Condensación lado derecho del bote | Ausente | Presente |
| 17/01/18 | Condensación lado derecho del bote | Ausente | Presente |
| 18/01/18 | Condensación lado derecho del bote | Ausente | Presente |
| 19/01/18 | Condensación lado derecho del bote | Ausente | Presente |
| 22/01/18 | Condensación lado derecho del bote | Ausente | Presente |
| 23/01/18 | Condensación lado derecho del bote | Ausente | Presente |
| 24/01/18 | Condensación lado derecho del bote | Ausente | Presente |

| | | | |
|-----------------|------------------------------------|---------|----------|
| 25/01/18 | Condensación lado derecho del bote | Ausente | Presente |
| 30/01/18 | Condensación lado derecho del bote | Ausente | Presente |
| 31/01/18 | Condensación lado derecho del bote | Ausente | Presente |
| 09/02/18 | Condensación lado derecho del bote | Ausente | Presente |
| 15/02/18 | Condensación lado derecho del bote | Ausente | Presente |
| 19/02/18 | Condensación lado derecho del bote | Ausente | Presente |
| 21/02/18 | Condensación lado derecho del bote | Ausente | Presente |
| 22/02/18 | Condensación lado derecho del bote | Ausente | Presente |
| 26/02/18 | Condensación lado derecho del bote | Ausente | Presente |
| 05/03/18 | Condensación lado derecho del bote | Ausente | Presente |

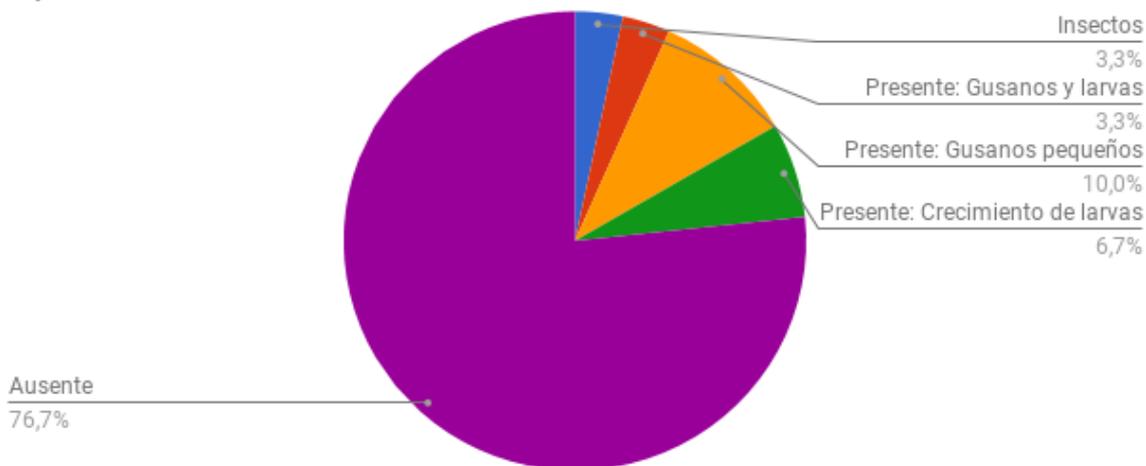
Datos elaborados:

Gráfica 1: Temperaturas de los Mesocosmos A y B a lo largo de 3 meses



Gráfica 2: Aparición de seres vivos en el **Mesocosmos B**

Aparición de seres vivos en el mesocosmos

**4.2. MESOCOSMOS ACUÁTICOS:**

Se realizaron dos mesocosmos acuáticos, Mesocosmos C y Mesocosmos D, con la misma capacidad, materiales y especies para poder comparar su evolución por este motivo el procedimiento es el mismo.

Materiales:

- Bote de cristal de 4,25 L de capacidad con cierre hermético.
- Balanza $\pm 0,01g$.
- Recipiente grande para contener agua.
- Colador.
- Embudo.
- Termómetro láser $\pm 0,1^{\circ}C$.
- pHmetro.
- Sensor de oxígeno disuelto
- Gravilla (1230g).
- Agua (3,13L)
- 2 individuos de *Caridea* (camarones)
- 1 individuo de *Echinodorus bleheri* .

- 1 individuo de *Anubias nana*
- Bacterias nitrificantes (una ampolla)

Procedimiento

-Construcción del mesocosmos

1. En primer lugar se lava la grava para eliminar los restos de polvo y se introducen 500 g en el tarro donde se realizará el mesocosmos.
2. Se introducen las dos plantas acuáticas.
3. Se prepara el agua añadiendo las bacterias nitrificantes.
4. Se atemperan los camarones sumergiendo la bolsa donde se encuentran en un recipiente con agua.
5. Se introduce el agua en el tarro lentamente para no dejar polvo en suspensión en el agua.
6. Se introducen los camarones.
7. Se introduce un termómetro en el interior.
8. Finalmente se cierra el tarro y se sella mediante cinta adhesiva
9. Se procede a la observación periódica del mesocosmos, midiendo su temperatura y recogiendo datos cualitativos
10. Al finalizar un período de tres meses se abre el mesocosmos y se mide la calidad del agua mediante una prueba del pH y del oxígeno disuelto en esta.



MESOCOSMOS ACUATICO

Procesamiento de datos

Datos brutos:

Tabla 4: Temperaturas del **Mesocosmos C** y **Mesocosmos D** durante un periodo de 3 meses y sus medias.

| Fecha | Temperatura °C ($\pm 0,1$) | |
|----------|------------------------------|--------------|
| | MESOCOSMOS C | MESOCOSMOS D |
| 01/12/17 | 18,0 | 17,0 |
| 04/12/17 | 17,0 | 17,6 |
| 05/12/17 | 17,0 | |
| 11/12/17 | 18,0 | 18,0 |
| 12/12/17 | 17,8 | 18,0 |
| 13/12/17 | 17,6 | 17,6 |
| 14/12/17 | 19,2 | |
| 15/12/17 | 19,2 | 18,9 |
| 18/12/17 | 17,8 | 17,4 |
| 20/12/17 | 18,4 | 17,6 |
| 08/01/18 | 16,2 | |
| 09/01/18 | 17,6 | 16,8 |
| 10/01/18 | 17,6 | 17,4 |
| 11/01/18 | 18,8 | 17,8 |

| | | |
|----------|------|------|
| 15/01/18 | 18,2 | 18,2 |
| 16/01/18 | 17,4 | |
| 17/01/18 | 19,2 | |
| 18/01/18 | 20,6 | |
| 19/01/18 | 20,0 | |
| 22/01/18 | 20,6 | 20,0 |
| 23/01/18 | 19,4 | |
| 24/01/18 | 18,6 | |
| 25/01/18 | 18,2 | 18,8 |
| 29/01/18 | 19,0 | 18,9 |
| 30/01/18 | | 17,4 |
| 31/01/18 | 18,6 | 18,4 |
| 06/02/18 | 17,4 | 16,8 |
| 07/02/18 | 18,4 | |
| 09/02/18 | 17,8 | |
| 14/02/18 | 17,6 | 17,4 |
| 15/02/18 | 20,0 | 19,6 |
| 19/02/18 | 18,2 | 18,8 |
| 20/02/18 | 18,0 | |

| | | |
|--------------|-------------|-------------|
| 21/02/18 | 18,2 | 18,2 |
| 22/02/18 | 17,8 | 17,4 |
| 23/02/18 | 17,4 | |
| 26/02/18 | 16,8 | |
| 28/02/18 | 16,8 | |
| 05/03/18 | 18,6 | |
| 06/03/18 | 18,4 | |
| 07/03/18 | 18,6 | |
| 09/03/18 | 18,8 | |
| 19/03/18 | 18,4 | 18,2 |
| 20/03/18 | 16,4 | |
| 23/03/18 | 16,4 | 17,0 |
| media | 18,2 | 18,0 |

Tabla 4: Datos obtenidos en las diferentes observaciones del **Mesocosmos C** a lo largo de tres meses

| Dia | Condensación del agua y cambios en el tarro | Color del agua | Cambios y desaparición de organismos |
|-----------------|--|-----------------------|--|
| 01/12/17 | no | cristalina | 3 camarones vivos |
| 04/12/17 | si | cristalina | 3 camarones vivos |
| 05/12/17 | si | cristalina | 3 camarones vivos |
| 11/12/17 | si | cristalina | -3 camarones vivos -Crecen las raíces |
| 12/12/17 | si | cristalina | -3 camarones vivos -Crecen las raíces -Deterioro planta grande |

| | | | |
|-----------------|----|------------|--|
| 13/12/17 | si | cristalina | -3 camarones vivos -Deterioro planta grande |
| 14/12/17 | si | cristalina | -3 camarones vivos -Deterioro planta grande |
| 15/12/17 | si | cristalina | -3 camarones vivos -Deterioro planta grande -Crecen las raíces |
| 18/12/17 | si | cristalina | -3 camarones vivos -Deterioro planta grande -Crecen las raíces -Aparece muda de caparazón |
| 20/12/17 | si | cristalina | Muere un camarón |
| 08/01/18 | si | cristalina | -2 camarones vivos. -Organismos sobre el cadáver del camarón -Deterioro planta grande |
| 09/01/18 | si | cristalina | -2 camarones vivos -Deterioro planta grande |
| 10/01/18 | si | cristalina | -2 camarones vivos -Deterioro planta grande |
| 11/01/18 | si | cristalina | -2 camarones vivos -Crecen las raíces |
| 15/01/18 | si | cristalina | -Muere un camarón -1 camarón vivo -Crecen las raíces |
| 16/01/18 | si | cristalina | -1 camarón vivo -Crecen las raíces |
| 17/01/18 | si | cristalina | -1 camarón vivo -Crecen las raíces |
| 18/01/18 | si | cristalina | -1 camarón vivo -Organismos sobre el cadáver del camarón |
| 19/01/18 | si | cristalina | - 1 camarón vivo -Algas en la grava |
| 22/01/18 | si | cristalina | 1 camarón vivo |
| 23/01/18 | si | cristalina | 1 camarón vivo |
| 24/01/18 | si | cristalina | 1 camarón vivo |
| 25/01/18 | si | cristalina | -1 camarón vivo |

| | | | |
|-----------------|----|------------|--|
| | | | -Crecen las raíces -Deterioro de la planta |
| 29/01/18 | si | cristalina | -1 camarón vivo -Crecen las raíces -Deterioro de la planta |
| 31/01/18 | si | cristalina | -1 camarón vivo -Deterioro planta grande -Crecen las raíces -Aparece muda de caparazón |
| 06/02/18 | si | cristalina | -1 camarón vivo -Más algas -Deterioro planta grande -Crecen las raíces |
| 07/02/18 | si | cristalina | -1 camarón vivo -Deterioro planta grande -Crecen las raíces -Aparece muda de caparazón |
| 09/02/18 | si | cristalina | -1 camarón vivo -Más algas -Deterioro planta grande |
| 14/02/18 | si | cristalina | -1 camarón vivo -Más algas -Deterioro planta grande |
| 15/02/18 | si | cristalina | -1 camarón vivo -Deterioro planta grande |
| 19/02/18 | si | cristalina | -1 camarón vivo -Más algas -Deterioro planta grande |
| 20/02/18 | si | cristalina | -1 camarón vivo -Más algas -Deterioro planta grande |
| 21/02/18 | si | cristalina | -1 camarón vivo -Más algas -Deterioro planta grande |
| 22/02/18 | si | cristalina | -1 camarón vivo -Más algas -Deterioro planta grande -Muda caparazón -Crecen las raíces |

| | | | |
|-----------------|----|------------|--|
| 23/02/18 | si | cristalina | -1 camarón vivo -Más algas -Deterioro planta grande -Muda caparazón |
| 26/02/18 | si | cristalina | -1 camarón vivo -Más algas -Deterioro planta grande -Muda caparazón -Crecen las raíces |
| 27/02/18 | si | cristalina | -1 camarón vivo -Más algas -Deterioro planta grande -Muda caparazón -Crecen las raíces |
| 28/02/18 | si | cristalina | -1 camarón vivo -Más algas -Deterioro planta grande -Muda caparazón |
| 05/03/18 | si | cristalina | -1 camarón vivo -Más algas -Deterioro planta grande -Muda caparazón -Crecen las raíces |
| 06/03/18 | si | cristalina | -1 camarón vivo -Más algas -Deterioro planta grande |
| 07/03/18 | si | cristalina | -1 camarón vivo -Más algas -Deterioro planta grande -Crecen las raíces |
| 09/03/18 | si | cristalina | -1 camarón vivo -Más algas -Deterioro planta grande -Crecen las raíces |
| 13/03/18 | si | cristalina | -1 camarón vivo -Más algas -Deterioro planta grande -Crecen las raíces |
| 14/03/18 | si | cristalina | -1 camarón vivo -Más algas -Deterioro planta grande -Crecen las raíces |
| 19/03/18 | si | cristalina | Muere el camarón |

| | | | |
|-----------------|----|------------|--|
| | | | -Más algas -Deterioro planta grande -Crecen las raíces |
| 20/03/18 | si | cristalina | -Más algas -Deterioro planta grande |
| 26/03/18 | si | cristalina | -Más algas -Deterioro planta grande -Crecen las raíces |

Se observaron algunos datos cualitativos, en primer lugar las algas surgieron en la grava donde incidía más la luz solar y a medida que la colonia de algas se hizo mayor se dispuso formando una estructura tridimensional enlazada entre sí pero permitiendo el paso del agua. Además también aparecieron burbujas de aire al lado de las hojas de la planta y en las algas.

Los organismos que aparecieron alrededor de los restos de las dos gambas que murieron primero precedieron la descomposición de estos restos. En la segunda gamba que murió se observó como la superviviente se alimentaba del organismo que había surgido a su alrededor.

Tras pasar los tres meses de investigación se procede a la apertura del bote del **Mesocosmos C** que presenta las siguientes características:

- Ligera turbidez debida a las algas
- Crecimiento de las raíces
- La planta A presenta síntomas de enfermedad
- El cadáver del último camarón superviviente no se ha descompuesto
- El agua no presenta olor

Tabla 5: Datos obtenidos en las diferentes observaciones del **Mesocosmos D** a lo largo de 3 meses

| Dia | Condensación del agua y cambios en el tarro | Color del agua | Cambios y desaparición de organismos |
|-----------------|--|-----------------------|---|
| 01/12/17 | sí | crystalina | Cierre del mesocosmos |
| 04/12/17 | sí | crystalina | Muerte de un camarón. |
| 11/12/17 | poca | crystalina | Muerte de dos camarones y hojas volviéndose marrones |
| 12/12/17 | poca | crystalina | <i>Echinodorus bleheri</i> afectada por un hongo el el tronco. |
| 13/12/17 | poca | crystalina | Las hojas de <i>Anubias nana</i> se empiezan a mustiar. |
| 15/12/17 | sí | crystalina | sin cambios. |
| 18/12/17 | sí | crystalina | Las hojas de <i>Echinodorus bleheri</i> mustias |
| 20/12/17 | sí | crystalina | Sin cambios. |
| 09/01/18 | sí | crystalina | Aparición de moho en la parte superior del tarro. |
| 10/01/18 | sí | Turbia | Aparición de un película blanca en la parte superior del tarro. |
| 11/01/18 | sí | Turbia | Incremento del moho y de los hongos en ambas plantas |
| 15/01/18 | sí | Turbia | Sin cambios |
| 22/01/18 | sí | Turbia | Sin cambios. |
| 25/01/18 | sí | Turbia | Sin cambios. |
| 29/01/18 | poca | Turbia | Sin cambios. |
| 30/01/18 | sí | Turbia | Sin cambios. |
| 31/01/18 | sí | Turbia | Sigue incrementando el moho |
| 06/02/18 | sí | Turbia | Sin cambios |

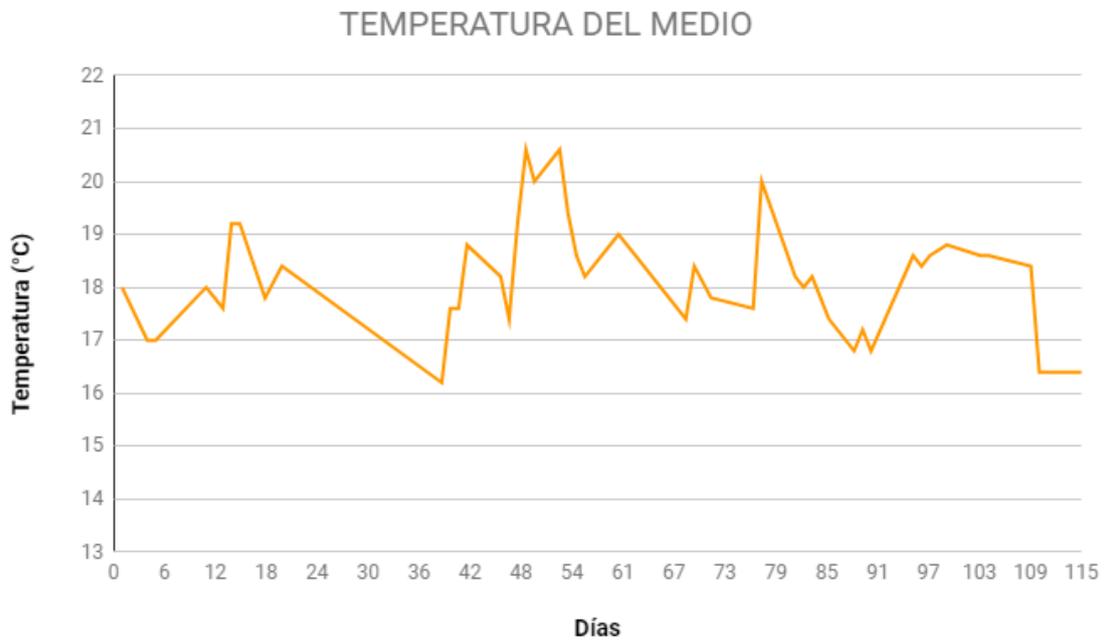
| | | | |
|--------------------|----|------------------------|---|
| 02/02/18 | no | Turbia y color rojizo | Aparición de una burbuja roja. |
| 14/02/18 | no | Turbia y color rojizo | Sin cambios. |
| 15/02/18 | no | Turbia y color rojizo | Burbujas en la superficie |
| 19/02/18 | no | Turbia y color rojizo | Aparición de moho blanco en la superficie y aumento de burbujas por todo el tarro |
| 21/02/18 | no | Turbia y color rojizo | Sin cambios |
| 22/02/18 | no | Turbia y color rojizo | Sin cambios |
| 19/03/18 | no | Turbia y color rojizo | Sin cambios |
| 23/03/18 | sí | Turbia y color rojizo. | Burbujas entre la grava y en la superficie. Hongos blancos en la superficie. Los camarones no se descompusieron y el olor era muy fuerte. |
| Día de su apertura | | | |



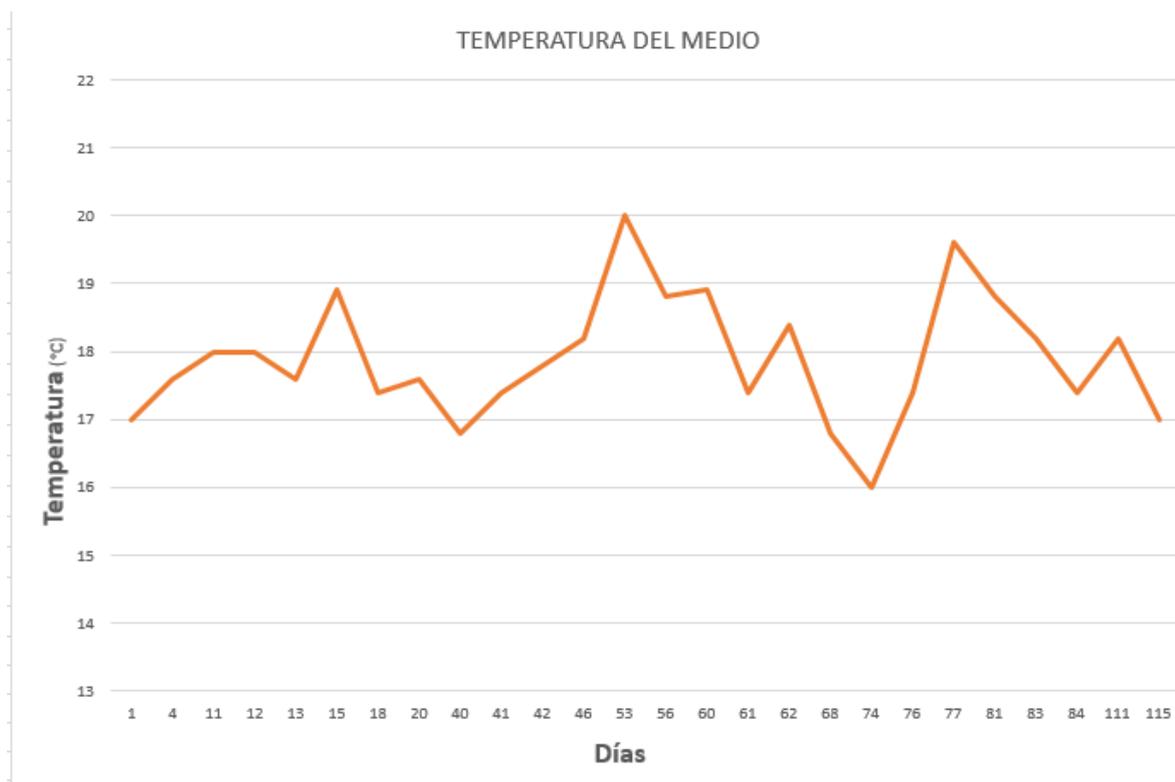
**MESOCOSMOS D
ÚLTIMO DÍA**

Datos elaborados:

Gráfica 3: Temperatura del **Mesocosmos C** a lo largo de los tres meses de investigación



Gráfica 4: Temperatura del **Mesocosmos D** a lo largo de los tres meses de investigación



Gráfica 5: Comparación de la temperatura de los **Mesocosmos C y D** a lo largo de los tres meses de estudio

Comparación de la temperatura de los mesocosmos C y D a lo largo de los tres meses de estudio

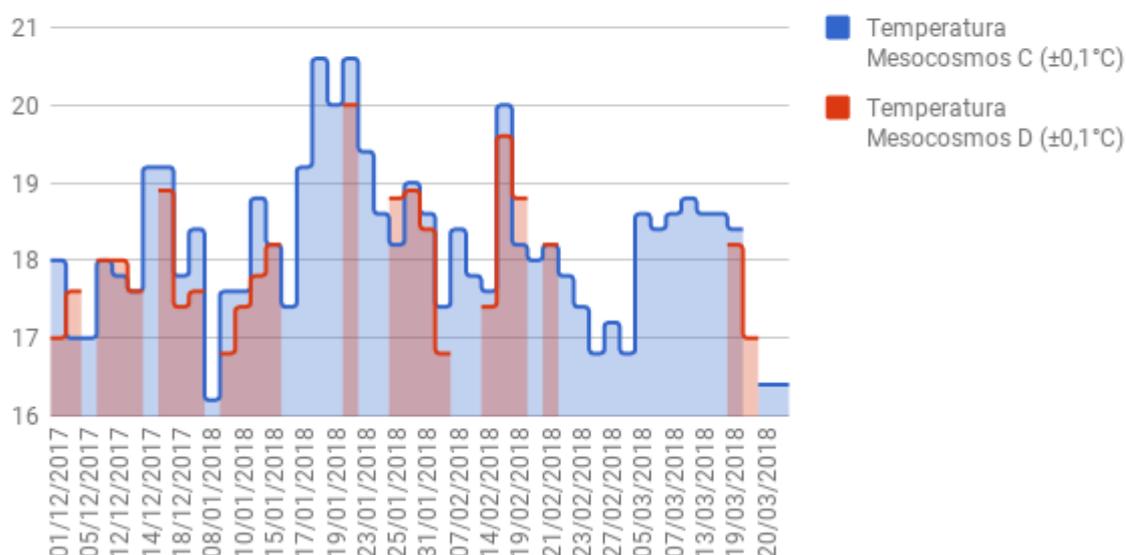


Tabla 6: Comparación del nivel de oxígeno disuelto en mgO₂/L y del pH del agua de los **Mesocosmos C y D**

| Mesocosmos | Oxígeno disuelto en mgO ₂ /L | pH |
|------------|---|------|
| C | 7,60 | 7,55 |
| D | 1,60 | 6,62 |

5. ANALISIS DEL ESTUDIO DE LOS MESOCOSMOS

5.1. Mesocosmos A

Como se ve en el gráfico 1 la temperatura varía entre 17,8 grados y 21,4 grados. Los valores varían poco a lo largo de todo el periodo de estudio.

En la tabla de datos brutos se indica que las plantas tenían las hojas amarillentas en el segundo día, esto es debido seguramente a la falta de agua. Aunque tengan las hojas amarillentas se mantienen vivas durante todo el estudio, la razón de ello puede ser

que se trata de especies de plantas adaptadas al clima mediterráneo y por lo tanto a la sequía. Que las plantas se hayan mantenido vivas durante todo el estudio lleva a plantearse que probablemente podrían sobrevivir más tiempo y además confirma la hipótesis que el mesocosmos sobreviviría durante el periodo de estudio.

El mesocosmos presentaba condensación en el lado derecho del bote, ese lado era el que recibía más luz y el que estaba más cerca de la ventana. Estos hechos pueden explicar porque solo había condensación en ese lado.

En el tercer día de estudio aparecieron nuevos organismos, gusanos. Esto podría ser debido a que en la turba había huevos. Los gusanos permanecieron vivos durante todo el estudio.

5.2.Mesocosmos B

A través de las revisiones realizadas en el mesocosmos, se pudo comprobar que al empezar el mes de enero, las plantas estaban empezando a morirse. Se puede deducir que el cactus, que se encontraba en el lado derecho del bote murió porque la condensación de agua era demasiado alta. Aunque también fue demasiado alta para el Aloe vera. Los seres vivos que aparecieron (gusanos blancos) murieron poco después de aparecer, parece ser que por un exceso de humedad.

El mesocosmos que se realizó no duró el tiempo estimado inicialmente por las condiciones adversas. Es decir, los seres vivos que se incluyeron en el mesocosmos no eran los adecuados para las condiciones a las cuales se vieron sometidos. No obstante, esto no refuta la posibilidad del funcionamiento de los mesocosmos en sí. Efectivamente, si se realiza un estudio adecuado de las condiciones ambientales, de los requisitos de cada organismo que se incluye y de todos los factores, se puede conseguir un mesocosmos sustentable. De hecho, existen mesocosmos creados durante esta investigación que fueron capaces de sobrevivir en las condiciones expuestas. Eso permite ver que de hecho es posible crear un mesocosmos sustentable.

5.3. Mesocosmos C y D

En los ecosistemas acuáticos el pH es una de las variables que más condiciona el ecosistema debido a que actúa como factor limitante para la vida en un medio determinado.

La concentración de oxígeno disuelto es un factor esencial para la presencia de vida en los ecosistemas acuáticos así como un factor que nos indica los niveles de contaminación del agua. El mesocosmos acuático D tiene una concentración de oxígeno disuelto mucho más bajo que el C, por tanto podrían atribuirse a esta situación anaeróbica las muertes de los tres camarones que se introdujeron en un principio ya que el mesocosmos acuático C mantuvo con vida a las plantas durante todo el experimento y a los camarones durante un tiempo considerable.

La causa de la baja concentración de oxígeno disuelto en el mesocosmos D estudiado podría deberse a diferentes factores como por ejemplo: el mesocosmos D podría estar colocado en un ángulo con menor incidencia de los rayos de sol en comparación con el mesocosmos C, dificultando así la liberación de oxígeno mediante la fotosíntesis; el porcentaje de aire que se dejó al cerrar el bote del mesocosmos D era menor que el del mesocosmos C lo que implica menor cantidad de oxígeno en el bote...

6. CONCLUSIÓN

Como se puede constatar de los dos mesocosmos terrestres solo ha sobrevivido uno. Los mesocosmos se diferenciaban en las especies de plantas y se ven pequeñas diferencias en la temperatura a lo largo de todo el periodo de estudio (como podemos ver en el gráfico 1).

Se puede observar cómo pequeños cambios ambientales afectan considerablemente a la sustentabilidad y supervivencia de un ecosistema, por ejemplo las plantas del mesocosmos A estaban adaptadas a las condiciones a las que estuvieron expuestas, en cambio, las del mesocosmos B no y por lo tanto el mesocosmos no sobrevivió.

A través de la creación de dos mesocosmos acuáticos idénticos y de su observación se ha podido comprobar la fragilidad de los sistemas vivos. Esto es debido a que aparentemente no presentaban ninguna diferencia, sin embargo, el mesocosmos D se

desestabilizó en muy poco tiempo. Es evidente que el mesocosmos D estaba sometido a un factor que no limitaba al mesocosmos C.

En definitiva, se puede concluir que los sistemas vivos son inmensamente complejos y que un pequeño cambio puede desencadenar la desestabilización de la totalidad del sistema. Esto puede extrapolarse evidentemente a los ecosistemas de nuestro planeta arrojando de esta manera una perspectiva muy diferente a la que se tenía antes de comenzar el proyecto. Si un cambio imperceptible puede alterar por completo un mesocosmos, y teniendo en cuenta que a día de hoy el ser humano altera constantemente los ecosistemas, se extrae la conclusión lógica de que la alteración del medio por muy pequeña que sea puede llevarlo a consecuencias graves. De esta conclusión se puede hacer hincapié en la preservación del medio ya que un estudio como este puede hacer cambiar el sistema de valores ambientales de la población humana con el objetivo de producir una conciencia ambiental.

Como conclusión final nos sirven las palabras que escribió Carl Sagan cuando recibió su primera ecosfera por correo: *“Nuestro gran mundo es muy parecido a este mundo en miniatura , y nosotros somos muy parecidos a los camarones. Pero hay por lo menos una diferencia: al contrario que los camarones, nosotros sí somos capaces de cambiar nuestro medio ambiente. Podemos provocarnos a nosotros mismos lo mismo que un descuidado dueño de una de esas esferas de cristal puede provocar a sus pequeños habitantes...”*

REFERENCIAS

Allot, A., Mindorff, D., & Azcue, J. (2015). *Programa del Diploma del IB Oxford: IB Biología Libro del Alumno*. Oxford: Oxford University Press.

“Ciencia en Rosa” Chacel (2016) Proyecto “¿Mesocosmos sustentables? Disponible en <http://ies.rosachacel.colmenarviejo.educa.madrid.org/david/?p=872> el 16 de noviembre de 2017

DRAE. (2014). *Diccionario de la lengua española* (RAE) 23ª Edición. Disponible en <http://dle.rae.es/?id=EKzKpe8> Consultado el 3 de abril de 2018

Ecosferas (2007). Qué es la Ecosfera. Disponible en https://www.ecosferas.com/view_ecosferas/es/informacion-general/que-es-la-ecosfera.html el 23 de marzo de 2018.

ECOSISTEMAS ACUATICOS (2012) Acidez y alcalinidad del agua. Disponible en <http://ecosistemasingambiental.blogspot.com.es/2012/06/acidez-y-alcalinidad-del-agua.html> el 30 de marzo de 2018

PortaEducativo (2015). Ecosistema. Disponible en <https://www.portaleducativo.net/cuarto-basico/621/Ecosistema> el 14 de abril de 2018

Torres e col (2011). Un mundo en miniatura (PDF) Disponible en <http://www.cac.es/cursomotivar/resources/document/2011/19.pdf> el 24 de noviembre de 2017

Torres, A. e col. (2015 Octubre). La biosfera en un bote. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, núm. 82 , pp 66-70