



Columnas de Winogradsky: ecología microbiana en el aula

hhmi | BioInteractive

Laboratorios y demostraciones
Materiales para el educador

DESCRIPCIÓN GENERAL

Esta actividad práctica complementa la “2014 Holiday Lecture Series, *Changing Planet: Past, Present, Future*” (El ciclo de conferencias de días festivos de 2012, *Planeta en cambio: presente, pasado y futuro*). Las columnas de Winogradsky proporcionan un ejemplo visual de la diversidad de modos de metabolismo que existen en el mundo microbiano. Aunque se necesitan entre 6 y 8 semanas para observar el desarrollo de las capas de crecimiento microbiano, el experimento puede prolongarse por un periodo más largo.

CONCEPTOS CLAVE Y OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

- Los microbios tienen una gran variedad de capacidades metabólicas. Se pueden encontrar muchos ejemplos de esto en una muestra genérica del medio ambiente.
- Una combinación del metabolismo microbiano y parámetros físicos (como la disponibilidad y difusión de la luz) resultan en una estratificación del ecosistema.
- Los requerimientos metabólicos de un grupo de organismos pueden ser cubiertos por los subproductos de otro grupo.
- Aunque los diferentes microbios están adaptados a diferentes nichos ecológicos, también desempeñan un papel en la formación de esos nichos.
- Los microbios cumplen una función en los ciclos de los elementos.

Los estudiantes aprenderán

- Cómo construir una columna de Winogradsky
- A hacer observaciones sobre un experimento en curso

TIEMPO REQUERIDO

La actividad requiere de 6 a 8 semanas para completarse. Tomará un par de horas para que los estudiantes recolecten las muestras y preparen el experimento, pero luego, aproximadamente una vez a la semana, deberán registrar observaciones durante algunos minutos.

AUDIENCIA SUGERIDA

Esta actividad puede utilizarse para clases de biología, ciencias ambientales y microbiología a nivel bachillerato.

MATERIAL

- 4 botellas de plástico transparente, de 0.5 L. También podrían funcionar contenedores más grandes; ajustar los volúmenes del sedimento según corresponda.
- 1–4 contenedores desechables (como bolsas o contenedores plásticos) para mezclar el sedimento
- 1 pala para excavar y obtener una muestra de sedimento
- marcador permanente
- 4 etiquetas pequeñas (1 para cada botella)
- agua
- 1 balde o contenedor lo suficientemente grande para contener de 6 a 10 tazas de sedimento
- un lugar bien iluminado donde las columnas puedan permanecer sin ser perturbadas durante un periodo de 6 a 8 semanas

Columnas de Winogradsky: ecología microbiana en el aula

- cámara digital o cámara de teléfono celular
- taza medidora grande o algún otro contenedor para medir sedimento y mezcla
- una fuente de carbono, tiras de periódico; aproximadamente 1 taza no compactada
- 6 a 10 tazas de sedimento (barro)
- una fuente de azufre; yema de huevo crudo, de preferencia
- 1 cuchara grande para mezclar (opcional), 1 embudo (opcional) y lápices de colores (opcional)

RESPUESTAS

Durante el transcurso del experimento, dedica algún tiempo para considerar las siguientes preguntas. Algunas de estas preguntas podrían requerir investigación adicional. Si lo necesitas, consulta algún libro de texto de microbiología (como para aprender acerca del ciclo del azufre, por ejemplo).

1. ¿En qué se diferencian tus columnas? ¿En qué son iguales? Explica las diferencias que observes.

Las respuestas variarán.

2. ¿Observaste cambios en la columna control? Si es así, explica por qué ocurrieron.

Las respuestas variarán. También podrían formarse gradientes en la columna control debido a que hay formas naturales de carbono, azufre y otros nutrientes en el sedimento. Los mismos procesos microbianos ocurrirán, pero quizá en menor medida (según la fuente de sedimento).

3. Las columnas de Winogradsky crean gradientes de concentración de oxígeno. Predice la distribución del oxígeno a través de la columna. (Considera la columna completa: el sedimento, el agua y el aire.)

Con el tiempo, se desarrolla un gradiente de oxígeno que va de alto en la parte superior a completamente anóxico (sin oxígeno) en la parte inferior de la columna. El aire en la superficie tiene la concentración de oxígeno más alta y la concentración disminuye a medida que se desciende a través de la columna de agua y sedimento hasta llegar al fondo.

Detalle adicional: Cuando se prepara la columna, el oxígeno se distribuye de manera uniforme a lo largo de toda la columna. El oxígeno se consume debido a la respiración que ocurre en toda la columna, pero solo se produce en la capa fotosintética en la parte superior. El oxígeno que se difunde desde la capa superior hacia el sedimento reacciona con los compuestos químicos presentes en la capa anóxica.

4. Las columnas de Winogradsky también forman gradientes de concentración de sulfuro. En las columnas que contienen yema de huevo, predice cómo se distribuirá el sulfuro a lo largo de toda la columna. (Considera la columna completa: el sedimento, el agua y el aire.)

El sulfuro estará más concentrado en la parte inferior (anóxica) de la columna y disminuirá hacia arriba, hasta estar ausente en la parte superior o en el agua de la superficie. Detalle adicional: Al preparar la columna y mezclar los materiales, el azufre se distribuye uniformemente por toda la columna. El azufre se transforma en sulfuro mediante la respiración anaeróbica, proceso que ocurre únicamente en la parte inferior de la columna. Todo el sulfuro que se difunda hacia arriba reaccionará con el oxígeno (ya sea de forma abiótica o debido al metabolismo microbiano).

5. La reducción del azufre es una forma de respiración anaeróbica. Las bacterias del género *Desulfovibrio* son un ejemplo de bacterias que realizan esta reducción en ausencia de oxígeno, liberando sulfuro. ¿Dónde esperarías encontrarlas dentro de las columnas?

Las bacterias *Desulfovibrio* se encontrarían en la parte inferior de las columnas, donde no hay oxígeno.

6. Las bacterias púrpuras y verdes del azufre son dos tipos de bacterias que utilizan el sulfuro en el proceso fotosintético. En general, las bacterias verdes del azufre pueden tolerar niveles más elevados de sulfuro, en comparación con las bacterias púrpuras del azufre. Haz una predicción sobre el lugar donde se esperaría

Columnas de Winogradsky: ecología microbiana en el aula

encontrar bacterias verdes del azufre en relación con las bacterias púrpuras. Asimismo, predice dónde podrían estar las bacterias púrpuras del azufre en relación con las bacterias *Desulfovibrio* dentro de la columna.

Las bacterias púrpuras del azufre se concentrarán en una capa superior a las bacterias verdes del azufre, ya que allí hay menos sulfuro. Además, tanto las bacterias verdes como las púrpuras del azufre formarán capas por encima de las bacterias *Desulfovibrio*. Detalle adicional: Como las *Desulfovibrio* pueden reducir azufre, producen el sulfuro necesario para el metabolismo de las bacterias púrpuras y verdes del azufre. Sin embargo, como las *Desulfovibrio* no necesitan luz, se encontrarán más abajo en la columna.

7. Si se extrajeran muestras de las diferentes capas de todas las columnas, ¿dónde encontrarías organismos fotosintéticos como las cianobacterias y algas? Explica por qué.

Las cianobacterias y algas fotosintéticas probablemente se obtendrían del agua en la parte superior de cada columna, ya que solo necesitan agua, dióxido de carbono y luz, la cual es más intensa en la parte superior de la columna (si hay una fuente de luz arriba).

8. Explica cómo las columnas de Winogradsky ilustran la diversidad de microorganismos que se encuentran en la Tierra actualmente en términos de la diversidad de nichos que ocupan.

Según la disponibilidad de oxígeno y otros nutrientes, se forman diferentes capas en la columna. Aunque los diferentes grupos de organismos ocupan diferentes capas en la columna, todos provienen de la misma muestra. Esto muestra que existe una gran diversidad de organismos en ambientes comunes como el arroyo de tu jardín trasero. Además, los gradientes mismos son un producto del metabolismo microbiano. Esto ilustra el hecho de que los microbios no solo se adaptan a su ambiente, sino que su metabolismo también crea nichos químicos con el ambiente.

9. Explica qué nos muestran las columnas de Winogradsky sobre la vida en la Tierra antigua.

La mayoría de los estratos de la columna carecen de oxígeno, pero están repletos de vida. De manera similar, la atmósfera de la Tierra primitiva no tenía oxígeno, sin embargo, los microfósiles y algunas señales geoquímicas sugieren que la vida estaba en todas partes. Una amplia variedad de microorganismos están adaptados a vivir en ambientes sin oxígeno.

Detalle adicional: Las columnas de Winogradsky son ecosistemas en los que los subproductos de un grupo de organismos favorecen el crecimiento de otro (por ejemplo, las *Desulfovibrio* producen sulfuro, lo que apoya el crecimiento de las bacterias púrpuras y verdes del azufre). De esta manera, los microbios moldean el ambiente para crear nichos ecológicos para otros organismos. A una escala global, las cianobacterias son los organismos responsables de que haya oxígeno en la Tierra. Fue solo después de la acumulación de oxígeno, a través de la fotosíntesis, que formas de vida más grandes y complejas pudieron evolucionar.