

Práctico 7:

Laboratorio:

Limitaciones al tamaño celular: Relación Superficie-Volumen

Sección Biofísica

Facultad de Ciencias, Universidad de la República

1. Introducción

Los seres vivos suelen asombrarnos por sus características de adaptación al medio donde se desenvuelven. A lo largo de millones de años, la evolución se ha encargado de hacerlos idóneos para funcionar óptimamente en su ambiente. En tal sentido, destacan la amplia biodiversidad de formas de organismos existentes en nuestro planeta (8.7 millones de especies inventariadas) y los altos niveles de organización que presentan tales formas en su estructura, acorde a la realización de determinadas funciones. Para tener estructuras tan finamente estructuradas, los sistemas vivos requieren de un aporte constante de materia, energía e información tomada del entorno, así como poder desechar todo aquello que no les sea útil o que les sea tóxico.

Para lograr el aporte constante de materia, energía e información, realizan una amplia gama de procesos tales como el metabolismo, reproducción, digestión, absorción, transporte, excreción, etc. Además, han desarrollado sistemas especializados en asegurar la llegada de materiales donde se requieran. Existen para ello algunos patrones en la estructura de los organismos, que son los que permiten la optimización de las funciones. En ellos, se evidencia una relación presente en todos los organismos existentes. Esta es la relación que guarda la superficie de intercambio de materiales del organismo y el volumen del mismo.

Existen varios ejemplos de lo anterior en la naturaleza. Las plantas, para obtener el dióxido de carbono, la energía luminosa, el agua y las sales minerales a partir de los cuales se alimentan, optimizan su superficie de contacto a través de sus ramas, hojas y raíces. En algunos casos, el área de contacto con el ambiente puede llegar a ser superior a los 10 m² (una superficie de 2.5 x 4 metros). En el caso de los animales, las branquias de los peces pueden llegar a tener un área total de intercambio de 1.5 a 15 cm² por gramo de peso corporal. Por su parte, el tracto digestivo de los mamíferos es otra muestra de optimización de superficie de intercambio. Éste presenta pliegues y proyecciones internas, que incrementan hasta 600 veces la superficie de intercambio, pudiendo llegar a ser de 200 m². Yendo al caso de los organismos unicelulares, que miden unos cuantos micrómetros, los intercambios de materia tienen lugar en la superficie de la célula. Para realizar esta función de manera eficiente, debe haber una proporción adecuada entre el volumen de la célula y su área de superficie. A medida que aumenta el volumen de una célula, su área de superficie aumenta, pero a una velocidad inferior a la que lo hace el

volumen. Si este último continuara aumentando, pronto sería incapaz de intercambiar materiales de manera eficiente y la célula moriría.

Para explicar mejor este concepto, imaginemos una célula en forma de cubo, cuyo lado mide un metro de largo. Aquí, el volumen celular sería de 1 m^3 y la superficie de 6 m^2 . Si bien tiene una superficie de intercambio considerable, el transporte hacia la superficie llevará mucho tiempo para un volumen tan grande. Por lo tanto, probablemente la tasa de intercambio sea baja. Sin embargo, supongamos que pudiéramos dividir a la célula de forma cúbica de un metro de lado en pequeños cubos de un centímetro de lado. De este modo, tendríamos un millón de cubos más pequeños, cuyo volumen será de 1 cm^3 . El volumen total seguiría siendo el mismo, pero la relación superficie-volumen será mucho mayor en este caso, por lo que el intercambio de sustancias a través de la membrana será más fácil y rápido.

Y efectivamente, la evolución biológica muestra que existen restricciones al tamaño celular, haciendo que éstas en general sean pequeñas.

Entonces, en la presente práctica, basándonos en un modelo celular muy similar al descrito anteriormente, analizaremos de qué modo escala la tasa de intercambio con el ambiente con respecto a la relación superficie-volumen, y qué consecuencias supone esto para la vida celular.

2. OBJETIVOS

- Medir la cantidad de iones en solución utilizando un sensor de conductividad.
- Determinar la relación entre la tasa de intercambio iónico y la relación superficie-volumen de las células.

3. Materiales

Computadora
Interfaz Vernier
Software Logger Pro
Sensor de conductividad
Vaso de bohemia
Varilla agitadora de vidrio
Bisturí o trincheta
Cubos de agar
Agua destilada
Soporte y abrazadera
Regla

4. Preparación de las muestras

El docente le suministrará tres cubos de agar. A partir de los mismos, deberá proceder como se indica a continuación para poder realizar las mediciones que se indican posteriormente:

4.1 Cortar un cubo de agar en 8 cubos iguales. Cortar un segundo cubo en 64 cubos iguales. Dejar el tercer cubo entero (figura 1).

4.2 Determinar el área de superficie total y el volumen total de cada cubo de agar. Registrar las superficies y volúmenes calculados en la Tabla 1.

4.3 Utilizar las respuestas del paso 2 para calcular la relación superficie-volumen. Ingresar los resultados en la Tabla 1.

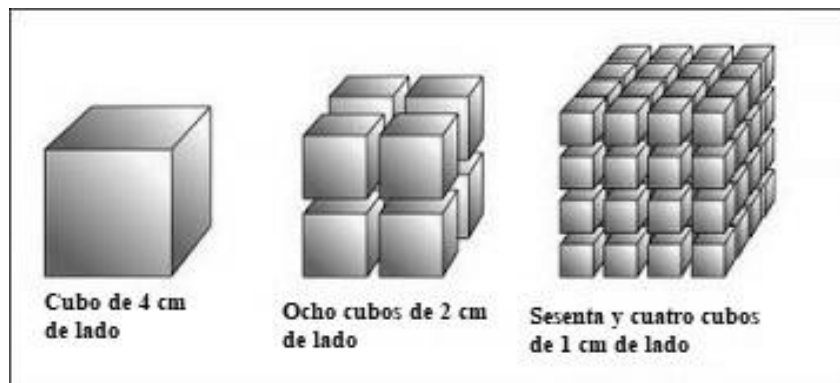


Figura 1: Esquema de la relación entre los diferentes tamaños de cubos a utilizar

5. Procedimiento experimental

5.1 Disponer el soporte, la abrazadera y el sensor de conductividad como se muestra en la Figura 2.

5.2 Colocar el interruptor selector que se encuentra a un lado del sensor de conductividad en el rango de 0–20000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.


5.3 Conectar el sensor de conductividad a la interfaz. Preparar la computadora para la recopilación de datos, abriendo el archivo "02 Limitson Cell Size" de la carpeta *Biology with Vernier* del software *Logger Pro*.

5.4 Verter 300 ml de agua destilada en el vaso de bohemia. Colocar el sensor de conductividad en el agua, de modo que la punta esté a unos 2 cm de la parte inferior del mismo.

5.5 Colocar la muestra de cubo de agar sólido en el vaso de bohemia y comenzar la recopilación de datos haciendo clic en **Collect**. Revolver el agua con la varilla agitadora. La recopilación de datos terminará automáticamente después de 120 segundos.

5.6 Determinar la tasa de intercambio iónico

a) Seleccionar los datos iniciales de la curva Conductividad vs. tiempo adquirida en el paso anterior (~ 30 segundos).

b) Hacer clic en Ajuste Lineal, , para realizar una regresión lineal.

c) Registrar la pendiente, m , como la tasa de intercambio en la Tabla 1.

5.7 Vaciar el vaso de bohemia y enjuágalo bien. Enjuagar el sensor con agua destilada. Secar el vaso de bohemia y el exterior de la punta del sensor de conductividad (no es necesario secar el interior del orificio cerca del extremo del sensor).

5.8 Guardar los datos de la experiencia, seleccionando “Store Latest Run” en el menú “Experiment”.

5.9 Repetir los pasos 5–8 para la muestra de agar cortada en 8 cubos.

5.10 Repetir los pasos 5–8 para la muestra de agar cortada en 64 cubos.

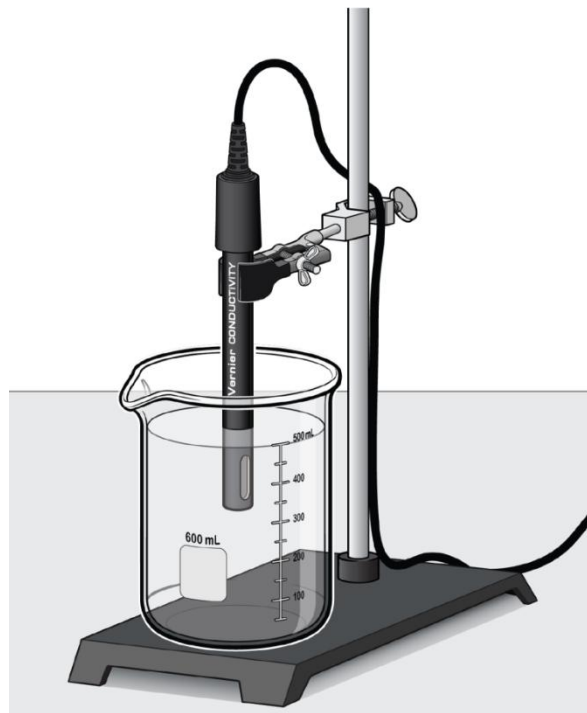


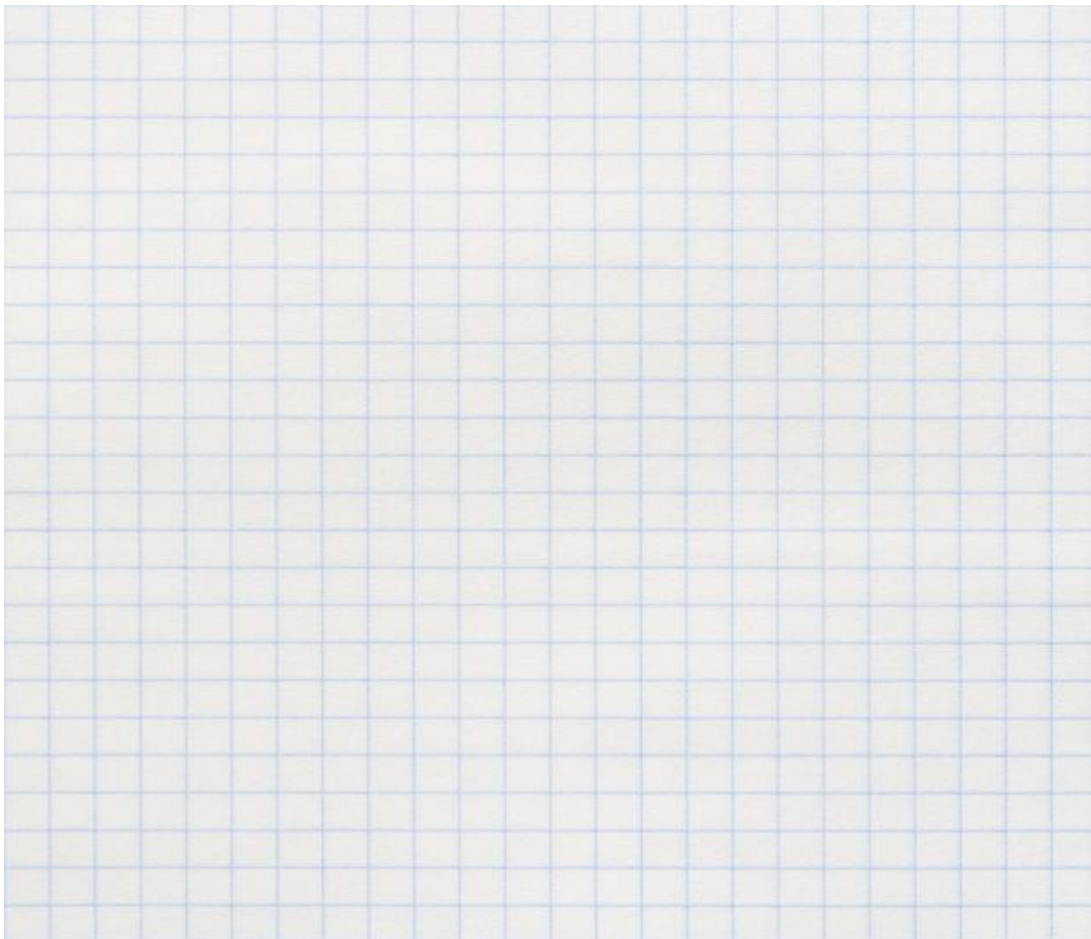
Figura 2: Esquema del dispositivo experimental

6. Resultados

a) Completar la siguiente tabla con los resultados obtenidos:

Tabla 1				
Nº cubos	Área de superficie (cm^2)	Volumen (cm^3)	Relación superficie-volumen	Tasa intercambio ($\mu S \cdot cm^{-1} \cdot s^{-1}$)
1				
8				
64				

b) Realizar en un mismo eje de coordenadas, un bosquejo de los gráficos obtenidos con los resultados de conductividad vs. tiempo para las tres condiciones experimentales analizadas, utilizando la siguiente cuadrícula.



c) Graficar la tasa de intercambio en función de la relación superficie-volumen. Ajustar los datos a una recta y calcular el correspondiente coeficiente de correlación (R^2).

7. Discusión y conclusiones

Discutir los resultados obtenidos respondiendo a las siguientes preguntas:

- 1) ¿Cuál es la relación entre la tasa de intercambio iónico y la relación superficie-volumen?
- 2) ¿Por qué es importante que una célula tenga una relación superficie-volumen grande? Discutir lo anterior en términos de la eficiencia en el intercambio de materiales, y cómo ésta se ve afectada por cambios en la relación superficie-volumen debidos al crecimiento celular.
- 3) Algunas células en el cuerpo se han adaptado a la tarea de absorción y excreción de grandes cantidades de materiales. ¿De qué manera se han adaptado estas células a esta tarea?
- 4) Para que una célula continúe siendo eficiente en el intercambio de materiales, ¿qué debe hacer para mantener su relación superficie-volumen a medida que crece? Explique.