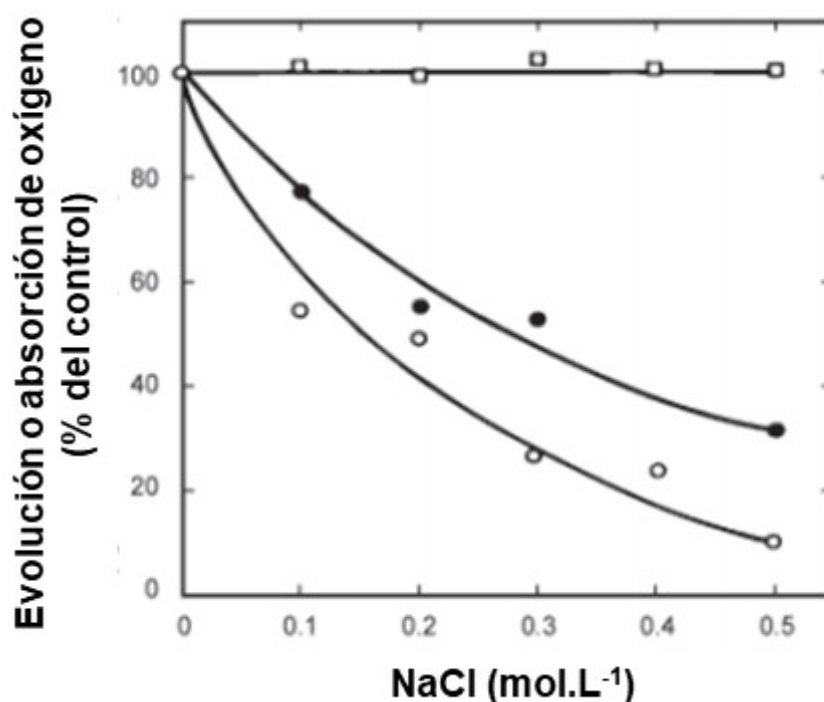




## CÓMO UTILIZAR ESTE RECURSO

Muéstrale la siguiente figura y la leyenda a los estudiantes. En la “Hoja de trabajo para el estudiante” hay espacio debajo de la leyenda de la figura para que los estudiantes anoten sus observaciones, notas y preguntas. También hay espacio junto a la “Información general” para apuntar ideas, notas y preguntas adicionales. Las secciones “Interpretando el gráfico” y “Preguntas de discusión” brindan información adicional y sugieren preguntas que puedes utilizar para estimular el pensamiento del alumno o guiar una discusión en clase sobre las características del gráfico y lo que representan.

Para encontrar Información adicional relacionada a la pedagogía e implementación de este material, incluyendo la audiencia sugerida, el tiempo estimado de la clase y las conexiones curriculares, favor de visitar la [página web del recurso](#).



*Leyenda: El aumento en la concentración de sal (NaCl) afecta el oxígeno durante la fotosíntesis del alga de agua dulce *Chlorella vulgaris*. Las tres líneas representan diferentes partes de la cadena de transporte de electrones (CTE) fotosintética. Los cuadrados abiertos representan el fotosistema I (PS I). Los círculos cerrados representan el fotosistema II (PS II). Los círculos abiertos representan la CTE fotosintética completa, que incluye el PS I y el PS II.*

## INFORMACIÓN GENERAL

El aumento de los niveles de sal en el suelo y en el agua puede limitar la fotosíntesis en plantas y algas. Esto puede afectar la productividad de los cultivos agrícolas, y de las plantas y las algas en la naturaleza. Los científicos anticipan que el cambio climático ocasionará sequías y el aumento del nivel del mar, lo cual podría aumentar la salinidad en algunas partes del mundo. En específico, el aumento del nivel del mar puede alterar el equilibrio salino en los estuarios, lo que puede afectar a las plantas acuáticas y a las algas de estos ecosistemas.

Estudios previos han demostrado que el estrés salino reduce la fotosíntesis en las algas, pero ¿qué parte del proceso se afecta por la sal? Durante la fotosíntesis, el agua (H<sub>2</sub>O) se divide para liberar electrones, oxígeno e iones de hidrógeno, un proceso llamado evolución de oxígeno. Luego, los electrones se mueven a lo largo de la cadena de transporte de electrones (CTE) fotosintética para producir ATP y NADPH. Estas moléculas se usan en el ciclo de Calvin para crear carbohidratos y, en última instancia, moléculas más complejas. Las dos partes dependientes de luz de la CTE son el fotosistema I (PS I) y el fotosistema II (PS II).

Para investigar cómo la sal afecta a la CTE, los científicos llevaron a cabo una serie de experimentos para observar las diferentes secciones de la CTE de forma aislada. Para esto, colectaron el alga de agua dulce *Chlorella vulgaris* del Río Nilo en Egipto y la cultivaron en el laboratorio. Luego, diseñaron tres ensayos químicos independientes para medir el impacto de diferentes concentraciones de sal en el flujo de electrones en la CTE completa (específicamente, el flujo de electrones no cíclicos), y en cada uno de los fotosistemas (PS I y PS II) individualmente. Los ensayos químicos de la CTE completa y del PS II consisten en medir la creación, o evolución, de oxígeno gaseoso. El ensayo correspondiente al PS I mide la pérdida o absorción de oxígeno. Los investigadores incubaron las muestras de algas en diferentes concentraciones de sal (NaCl) durante 10 minutos antes de hacer las mediciones.

### INTERPRETANDO EL GRÁFICO

El gráfico muestra que la cantidad de transporte de electrones por parte del PS I no cambió en distintas concentraciones de sal. Por el contrario, el transporte de electrones, determinado por el ensayo químico de la evolución del oxígeno en el PS II y en la CTE completa, disminuyó drásticamente al aumentar la concentración de sal. En la concentración de sal más alta, la actividad del PS II fue de apenas el 30 % de la actividad de las algas que crecieron sin estrés salino. En otras palabras, la actividad del PS II se inhibió en un 70 % con 0.5 mol/L de NaCl. Este resultado sugiere que el estrés salino afecta la fotosíntesis en el PS II, pero no en el PS I.

La máxima concentración de sal inhibió el 90 % de la actividad de la CTE completa. Este experimento no explica la diferencia en el grado de inhibición entre el PS II y la CTE completa. Las posibles explicaciones son que la sal podría afectar otra parte de la CTE, o que el aislamiento experimental del PS II afectó los resultados.

**Consejo didáctico:** Pide a los estudiantes que expliquen las diferentes partes del gráfico:

- **Tipo de gráfico:** Diagrama de dispersión con líneas de tendencia de mejor ajuste.
- **Eje Y:** Evolución o absorción de oxígeno por *C. vulgaris*, medido como el porcentaje de liberación o absorción de oxígeno por un cultivo control de *C. vulgaris*.
- **Eje X:** Concentración de NaCl (mol L<sup>-1</sup>). Nota: Esta es una buena oportunidad para recordarle a los estudiantes el concepto de molaridad.
- **Leyenda:** Los cuadrados abiertos representan la actividad del PS I, los círculos cerrados representan la actividad del PS II y los círculos abiertos representan la actividad de la CTE fotosintética completa, que incluye tanto el PS I como el PS II.

### PREGUNTAS DE DISCUSIÓN

- Describe las diferencias entre las tres líneas de tendencia.
- ¿Por qué crees que las diferentes partes de la CTE pueden verse afectadas de forma diferente por el estrés salino?
- ¿Por qué fue importante para los investigadores probar cada fotosistema individualmente y compararlos con el resultado general de la CTE completa?
- Calcula los cambios en la evolución del oxígeno de 0.0 a 0.5 mol·L<sup>-1</sup> para cada fotosistema y para la CTE completa. ¿Cómo difieren estos cambios? ¿Qué nos dice esto sobre el efecto del estrés salino en la fotosíntesis? Usa evidencia presentada en la figura.

- ¿Por qué crees que dos de las curvas de la figura tienen una forma similar?
- ¿Cuáles crees que pueden ser los motivos para la diferencia en la evolución de oxígeno entre las dos curvas similares?
- Según conocimientos previos sobre la cadena de transporte de electrones fotosintética, ¿qué productos de la fotosíntesis probablemente se vieron más afectados por el estrés salino en este estudio?
- Según conocimientos previos sobre el ciclo de Calvin, ¿cuál(es) etapa(s) del ciclo se vería(n) más directamente afectada(s) por la exposición de *C. vulgaris* a una mayor salinidad? Usa evidencia presentada en el gráfico para respaldar tu hipótesis. (Ten en cuenta que las dos preguntas anteriores son más adecuadas para estudiantes en niveles superiores).
- ¿Cuál de los siguientes es un buen indicador de que un sistema estuarino ha experimentado un aumento anormal de la salinidad?
  - Aumento de la cantidad de *C. vulgaris*, causando una proliferación de algas y un aumento en las poblaciones de especies que se alimentan de dicha alga en el estuario.
  - Disminución de la cantidad de *C. vulgaris*, causando la disminución de las poblaciones de especies que se alimentan de dicha alga.
  - Las poblaciones de *C. vulgaris* se mantienen estables y, resultando en que las poblaciones de especies del estuario se mantienen estables.

## FUENTE

Figura 1:

El-sheekh, Mostafa M. (2004). Inhibition of the water splitting system by sodium chloride stress in the green alga *Chlorella vulgaris*. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 16(1), 25-29.

Vea el artículo: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=s1677-04202004000100004](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=s1677-04202004000100004)

## CRÉDITOS

Escrito por Bob Kuhn, Centennial High School, Roswell, Georgia

Editado por Ed Bobich, PhD, Cal Poly Pomona; Paul Beardsley, PhD, Bridget Conneely y Jessica Johnson, HHMI

Traducido al español por la compañía de traducción Ubiquus USA y editado por Isabel Parés Ramos, MS, Urbánica P.C. y Zulmarie Pérez Horta, PhD, HHMI.