

LI-6800 Sistema Portable de Fotosíntesis

El estándar mundial para las mediciones de la fluorescencia de la clorofila *a* y el intercambio de gas fotosintético



LI-COR[®]



Responda las preguntas con confianza

El sistema de fotosíntesis portátil LI-6800 mide el intercambio de gas fotosintético y la fluorescencia de la clorofila *a* emitida por plantas y muestras acuáticas. Es altamente ampliable, ofreciendo capacidades para medir el intercambio de gases del suelo, insectos y muchos otros tipos de muestras en una innumerable variedad de experimentos.

El LI-6800 permite a los operadores probar hipótesis con una alta confiabilidad a través de ajustes automatizados de variables experimentales combinadas con un control estable de parámetros no experimentales.

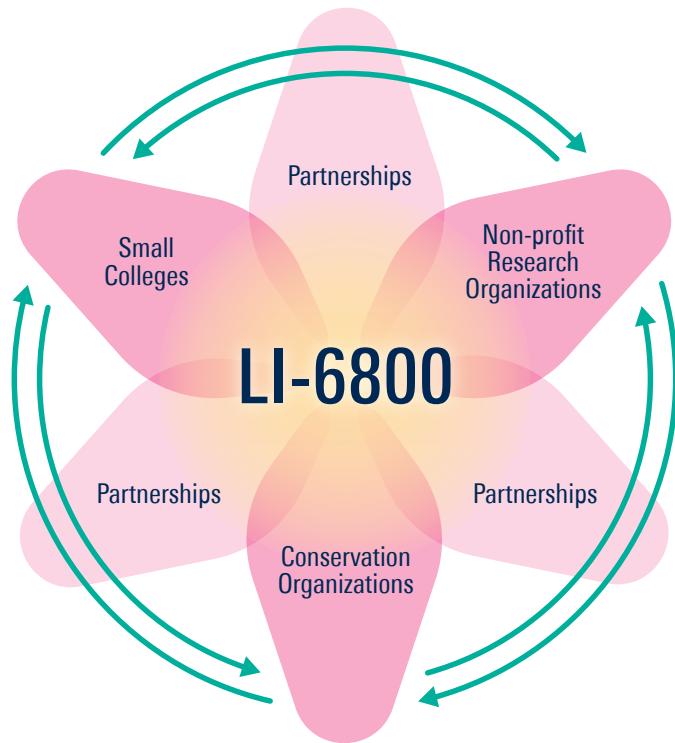
- Utilitarios de fácil uso para que los científicos mantengan su enfoque en la recopilación de datos y los asuntos de investigación.
- Conveniente flexibilidad para experimentos de amplias aplicaciones, con soporte para mezclas de gases, sensores auxiliares, cámaras personalizadas y amplias capacidades de programación.
- Portabilidad que facilita el trabajo de campo, con agarre ergonómico, arnés de transporte, trípode y un monopié para el cabezal del sensor.



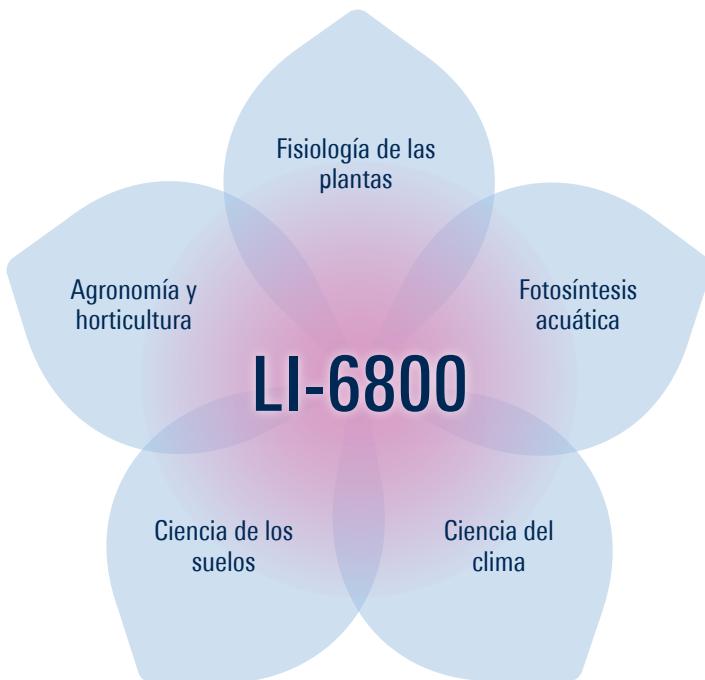


Generar valor juntos

Las facultades de enseñanza de pregrado, las instituciones de investigación y las organizaciones sin fines de lucro pueden crear asociaciones duraderas y ampliar su alcance uniéndose en torno a intereses compartidos y el LI-6800.



Los educadores e investigadores de diferentes departamentos académicos, como fisiología vegetal, fotosíntesis acuática, ciencia del clima, ciencia del suelo y agronomía, pueden usar el LI-6800 para darle respuesta a preguntas importantes y demostrar conceptos en el aula o el laboratorio.





Cuente la historia de su investigación

Las publicaciones en revistas científicas muestran la historia de su investigación. El LI-6800 es su socio en la narración de sus investigaciones: revela a los procesos biológicos y sus mediciones para que usted pueda crear publicaciones convincentes con los datos. ¿Cómo le ayuda a publicar?

- Las pruebas automáticas de puesta en marcha del sistema garantizan que el instrumento esté en perfectas condiciones, para que tenga un buen comienzo cada día.
- La información en tiempo real lo mantiene informado sobre el estado operativo del instrumento para que pueda abordar rápidamente cualquier problema, en caso de que surja la necesidad.
- Las baterías intercambiables de larga duración le posibilitan continuar sin interrupción los días largos de recopilación de datos. El estado de carga de la batería se muestra en la pantalla del instrumento y en cada batería; las advertencias de batería baja aseguran que pueda continuar sin parar para terminar las mediciones.
- Potente procesador de gráficos para una pantalla táctil receptiva.
- Los gráficos de datos en vivo y registrados muestran múltiples parámetros a la vez. Los gráficos en vivo se escalan automáticamente de forma predeterminada, pero usted puede ampliar y cambiar la escala de los gráficos para que los datos cuenten su historia.
- Capacidades configurables de registro de datos para garantizar que obtenga todos los datos que necesita para un análisis sólido y completo.
- Los datos se registran en archivos de texto sin formato y en hojas de cálculo Microsoft® Excel® con ecuaciones integradas para que pueda volver a calcular fácilmente conjuntos de datos con parámetros modificados.
- Las herramientas de gestión de la configuración facilitan el almacenamiento y la carga de configuraciones para diferentes protocolos e investigadores.

La ventaja de la experiencia

El LI-6800 fue desarrollado por el equipo más experimentado de investigadores e ingenieros de fotosíntesis en la industria, en colaboración con destacados fisiólogos de plantas académicos y comerciales. Combina tecnologías patentadas con técnicas comprobadas, brindándole la ventaja de la experiencia.

Los instrumentos de fotosíntesis LI-COR son los más citados en la literatura publicada y se han ganado la confianza de los investigadores durante décadas. El LI-6800 continúa con esta tradición: su investigación se destacará por el historial del instrumento.

Obtenga experiencia

En LI-COR queremos que usted dé lo mejor de sí mismo. Ofrecemos amplios recursos para ayudarle a aprender sobre la fotosíntesis y su medición. Puede convertirse en un experto con el LI-6800 a través de capacitación en persona, capacitación en línea, videos en línea y un excelente soporte técnico. Cada compra de LI-6800 incluye dos certificados de capacitación.*

*Aplican algunas restricciones.

Comparta su experiencia

Ya sea que enseñe en una sala de conferencias, en un aula pequeña, en el laboratorio o en el campo, el LI-6800 puede representar los conceptos biológicos mediante el trazado de respuestas de muestra en tiempo real. Puede conectarse al LI-6800 con su computadora, tableta o teléfono usando un visor VNC para cambiar la configuración, ver gráficos o mostrar a toda una clase la pantalla del instrumento en un retroproyector.



Diseñado como si sus datos dependieran de este

Puede confiar en el LI-6800 cada vez que lo encienda. Las mediciones precisas y los ciclos de retroalimentación altamente sensibles establecen rápidamente las condiciones objetivo en la cámara de muestra. El instrumento mantiene los parámetros en los puntos establecidos, proporcionando una respuesta en la que se puede confiar de una muestra a otra y de un experimento a otro.



Mediciones estables

- Los analizadores de gases infrarrojos no dispersivos (IRGA) de alta precisión son estables a lo largo del tiempo, lo que garantiza que se puede confiar en las mediciones, ya sea la primera o la número 1000.
- El sistema de intercambio de gases diferencial dispone de analizadores IRGA de pequeño volumen para obtener respuestas rápidas, una avanzada óptica para mediciones confiables y un mecanismo de división de flujo patentado; estas tecnologías no están disponibles en ningún otro sistema de fotosíntesis.
- Los IRGAs están abiertos a la cámara de muestra para una respuesta rápida y un acoplamiento estrecho de medidas, controles y respuestas de muestra.
- Las mediciones precisas de la temperatura foliar representan con precisión la temperatura de la hoja en el punto de contacto. Las opciones de medición versátiles — un termopar, dos termopares o balance de energía — soportan numerosos tipos de muestras y configuraciones de cámaras.



Control de CO₂

- El control sensible del CO₂ conduce a mediciones de asimilación más rápidas que, a su vez, permiten la Técnica de Asimilación Dinámica™.
- Como fuente de CO₂, utiliza cilindros comunes de 8 gramos que están fácilmente disponibles en todo el mundo. Un cilindro proporciona hasta 8 horas de control de CO₂ en condiciones normales de funcionamiento.
- Compatible con gases de tanque para una fuente de CO₂ o mezclas de gases personalizadas.
- Rango de control de CO₂ extendido de 0 a 3,100 $\mu\text{mol mol}^{-1}$ CO₂ para permitir más protocolos de experimentos.



◆ Control de H₂O

- Control preciso del vapor de agua para mantener las condiciones ideales en la cámara de muestra. El LI-6800 se ajusta rápidamente a los puntos establecidos cuando se configura manualmente o mediante programas.
- Protección automática de condensación. Le avisa cuando existe un riesgo y anula los puntos establecidos para proteger los componentes sensibles.
- Sin productos químicos nocivos para el control del agua. La columna humidificadora usa tubos Nafion en agua para humidificar la corriente de aire; solo agregue agua. La columna desecante utiliza perlas indicadoras de gel de sílice para eliminar el vapor de agua de la corriente de aire.

◆ Control de temperatura

- Controle las temperaturas de las hojas hasta ± 10 °C de la ambiental con el intercambiador de calor incorporado.
- Al proporcionar una respuesta rápida, el intercambiador de calor se ajusta rápidamente a los puntos establecidos.
- La temperatura se puede controlar en un punto establecido, rampa o valor calculado para aumentar o disminuir la temperatura de la muestra de acuerdo con sus requisitos experimentales.



◆ Control de la luz

- Iluminación altamente uniforme de la muestra para minimizar los artefactos que causan errores en las mediciones de intercambio de gases y confunden la comprensión de los procesos que requieren la comparación del intercambio de gases y de los parámetros de Modulación de amplitud de pulso (PAM) de fluorescencia de clorofila *a*.

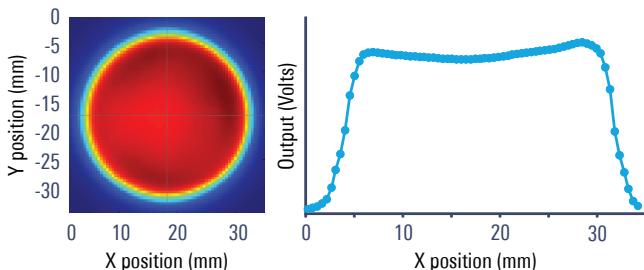


Imagen 1. El fluorómetro 6800-01A proporciona una iluminación uniforme, con intensidades de luz dentro de ± 10 % de la media en el 90 % del área foliar.

- Las mediciones de luz ambiental del sensor cuántico LI-190R incluido se registran con el conjunto de datos y se usan cuando las fuentes de luz sigue la del el ambiente.
- La medición de la luz en la cámara por encima de la superficie foliar garantiza que la hoja esté iluminada en el punto establecido.
- Las fuentes de luz pequeña y grande miden su propia salida de luz antes de que entre a la cámara para tener en cuenta las pérdidas debidas a la película transparente y otras fuentes de interferencia, lo que garantiza que la hoja esté iluminada en el punto establecido.

◆ Flujo óptimo

- Las mediciones de la tasa de flujo del sistema primario, el flujo IRGA de muestra y el flujo IRGA de referencia garantizan que los valores calculados sean confiables y que el sistema proporcione un flujo de aire en el punto establecido.
- Las mediciones de la tasa de flujo secundario proporcionan mediciones de las fugas en tiempo real que pueden tenerse en cuenta en la ecuación de asimilación.
- Una bomba durable de velocidad variable proporciona un flujo de aire a través de las válvulas de partición, seguidas de los IRGAs de muestra y de referencia, con tasas de flujo de 1 a 2.5 liters por minuto.

Fluorescencia de clorofila *a*

La cámara del fluorómetro 6800-01A es para mediciones combinadas de intercambio de gases y fluorescencia de hojas y muestras acuáticas. Con un fluorómetro de modulación de amplitud de pulso (PAM), la cámara mide la fluorescencia de la clorofila *a* y el intercambio de gases simultáneamente en la misma área foliar. Incluye insertos de apertura de 2 cm² o 6 cm².

El fluorómetro 6800-01A permite la Técnica de Asimilación Dinámica™. Es la fuente de luz para la cámara acuática para algas y muestras acuáticas. Para cualquier muestra, puede funcionar como fluorómetro completo o fuente de luz simple.

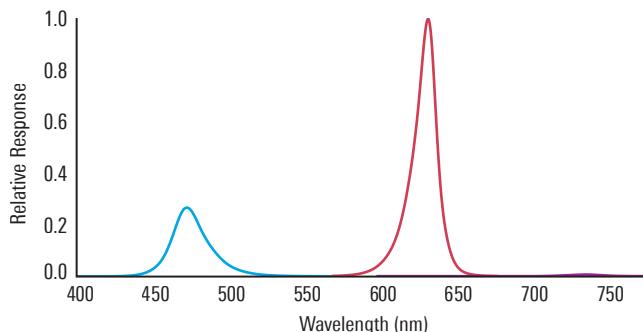


Figura 2. Las salidas máximas del fluorómetro 6800-01A están en 475 nm para azul, 625 nm para modulación roja y actínica, y 735 nm para rojo lejano.

¿Por qué el 6800-01A?

- Intercambio de gases y fluorescencia combinados sobre la misma muestra para obtener información simultánea sobre las reacciones de producción y consumo de energía de la fotosíntesis.
- Salida óptica altamente uniforme en toda el área de la muestra para obtener mediciones más controladas.
- Tasa de modulación e intensidad configurables por el usuario para diferentes preguntas de investigación y material de muestra.
- Capaz de flashes tanto rectangulares como multifásicos — para lograr el máximo rendimiento de la fluorescencia y ahorrar tiempo.
- Detección de alta velocidad y registro de emisión de fluorescencia, con una frecuencia suficientemente alta para la cinética de inducción.

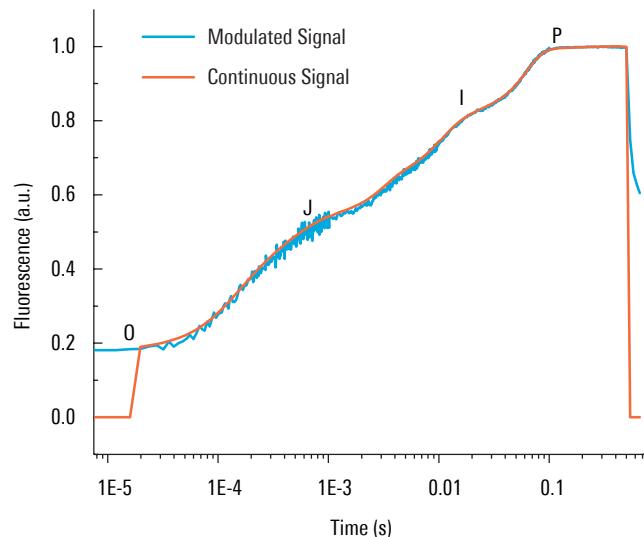


Figura 3. Inducción de fluorescencia transitoria es trazada en una escala de tiempo logarítmica, medida en una hoja adaptada a la oscuridad.

Intercambio de gases a nivel foliar y más

El LI-6800 mide el intercambio de gases a nivel de hoja con la ecuación de asimilación de estado estacionario

$$A = \frac{\mu(c_1 - c_2)}{S}$$

donde A es la asimilación de CO_2 , μ es la tasa de flujo, c_1 y c_2 son la concentración de CO_2 antes y después de la muestra, y S es el área foliar.

Características y beneficios

- Los gaskets de polímero avanzado duraderos y perdurables aseguran un buen sellado alrededor de las superficies irregulares de la hoja, mientras se reamoldan rápidamente entre las mediciones.
- Las altas tasas de flujo permiten que el sistema caracterice la fotosíntesis de hojas grandes, mientras que los analizadores de gases precisos permiten la medición de tasas de fotosíntesis muy bajas.
- Los IRGAs en el cabezal, la excelente mezcla del aire de muestra y las altas tasas de flujo a través del volumen de muestra e IRGA que se acoplan estrechamente la respuesta de la hoja y la medición del LI-6800, permiten la Técnica de Asimilación Dinámica™ con la cámara 6800-01A.



- El match de los IRGAs permite eliminar las descompensaciones, de modo que usted mida el verdadero diferencial entre las celdas de muestra y de referencia. El match se puede realizar de forma manual, automáticamente o en un rango de concentraciones de CO_2 y H_2O (coincidencia de rango) para ahorrar tiempo y adaptarse a sus protocolos experimentales.

Cámaras de hojas



La cámara del fluorómetro Multiphase Flash™ (6800-01A) puede funcionar como un fluorómetro completo o como una fuente de luz simple. La cámara del fluorómetro permite la Técnica de Asimilación Dinámica™.



La cámara con cubierta transparente (6800-12A) es compatible con la fuente de luz pequeña.



La cámara foliar grande y para agujas (6800-13) es compatible con la fuente de luz grande.



La Técnica de Asimilación Dinámica™

Basada en una reformulación de la ecuación de intercambio de gases en estado estacionario, la Técnica de Asimilación Dinámica permite mediciones del intercambio de gases fotosintéticos en condiciones de estado no estacionario, como se muestra en la ecuación

$$A = \frac{\mu(c_1 - c_2) - dC/dt}{S}$$

donde A es la asimilación de CO_2 , μ es la tasa de flujo, c_1 y c_2 son la concentración de CO_2 antes y después de la muestra, S es el área foliar y dC/dt es la tasa de cambio de CO_2 en el sistema. La ecuación de asimilación dinámica muestra que la ecuación de estado estacionario es simplemente un caso especial de la ecuación de balance de masa donde dC/dt es igual a 0 (Saathoff y Welles, 2021).

El LI-6800, equipado con el fluorómetro 6800-01A, es el único instrumento capaz de aplicar la Técnica de Asimilación Dinámica.

¿Por qué utilizar la Técnica de Asimilación Dinámica?

La Técnica de Asimilación Dinámica le permite recopilar datos para curvas de respuesta completas en una fracción del tiempo requerido por las mediciones de estado estable. En contraste con el método RACIR, la Técnica de Asimilación Dinámica no depende de correcciones empíricas y es trazable a los principios básicos de las mediciones de intercambio de gases.

Datos de la asimilación dinámica

Las mediciones realizadas con la Técnica de Asimilación Dinámica™ tienen una incertidumbre comparable a las mediciones de muestra tradicionales. Cualquier aumento en la variabilidad generalmente se compensa con una mayor densidad de datos.

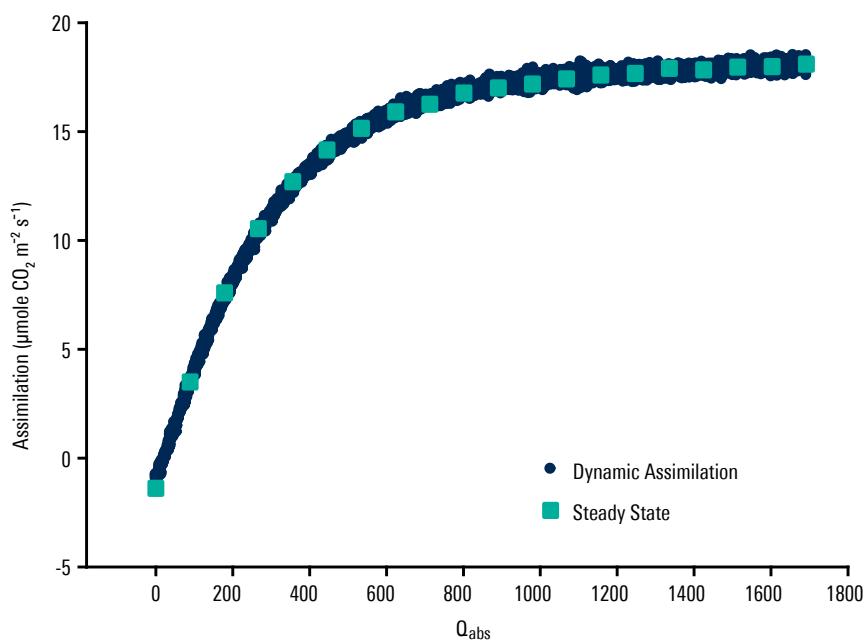


Figura 4. Comparación de métodos dinámicos y de estado estacionario para una curva AQ utilizando soja. Para el método dinámico, la luz actínica se aumentó de 2000 a 0 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ durante 40 minutos. El método de estado estacionario cambió el nivel de luz actínica cada 2 minutos.

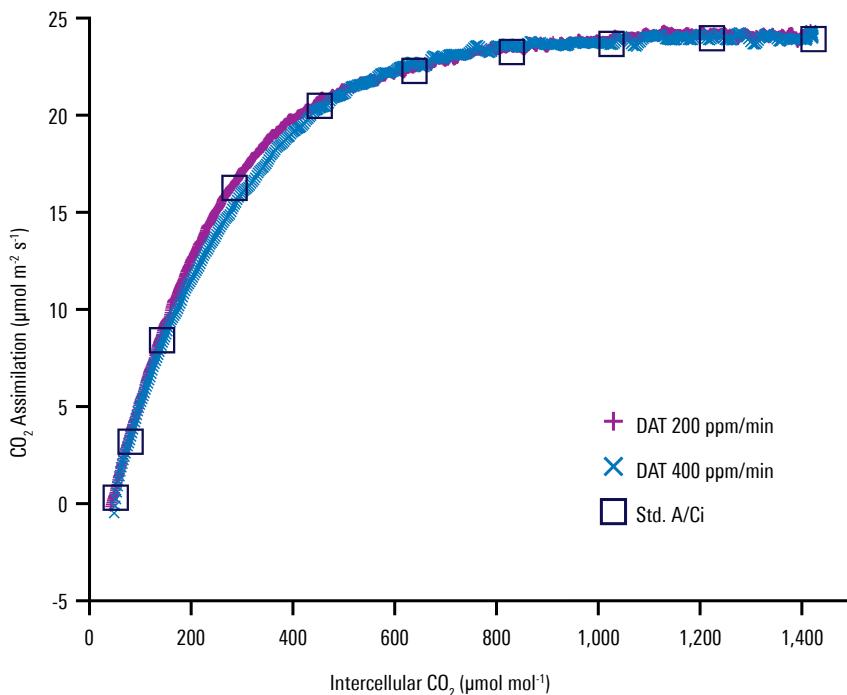


Figura 5. Curva A-Ci de soja que compara la asimilación dinámica y las mediciones en estado estacionario. La curva de 400 ppm/minuto se recogió en 4 minutos y la curva de 200 ppm/minuto se recogió en 8 minutos. Por el contrario, los datos de las curvas de estado estacionario pueden tardar hasta 35 minutos en recopilarse en circunstancias ideales.

¿Listo para conocer los detalles?

Consulte a Saathoff y Welles (2021) en <https://doi.org/10.1111/pce.14178>

Saathoff, AJ and Welles, J. (2021). Gas exchange measurements in the unsteady state. *Plant, Cell & Environment*, 44(11), págs. 3509–3523.

Medidas de hojas pequeñas

La cámara con cubierta transparente (6800-12A) es ideal para medir el intercambio de gases de hojas de tamaño pequeño a mediano bajo luz ambiental o controlada. Para acomodar hojas de diferentes formas y tamaños, los insertos de apertura restringen el área de la muestra a 1×3 , 2×3 o 3×3 cm, en orientaciones de lado a lado o de adelante hacia atrás.

- Para las hojas que no llenan las aperturas, la apertura presenta graduaciones de 1 mm alrededor del perímetro para simplificar la estimación del área de la hoja.
- Compatible con la fuente de luz pequeña (6800-02) para luz roja y azul controlada.
- El sistema proporciona un control independiente de las intensidades de la luz y las mezclas especiales, tanto para mediciones de estado estable como controladas mediante programación.

Las opciones de luz incluyen luz ambiental en un lado, luz ambiental en ambos lados, una fuente de luz en un lado o fuentes de luz en ambos lados con el cable de extensión de fuente de luz (9968-243).

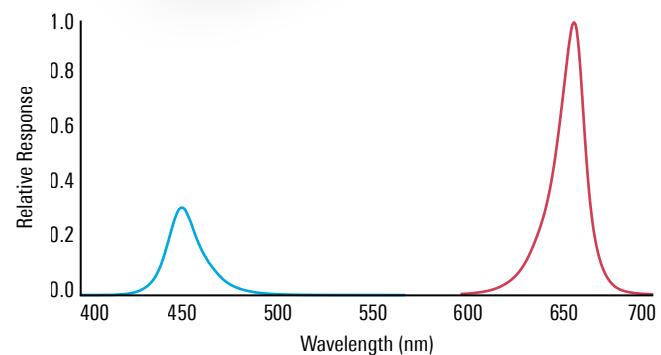
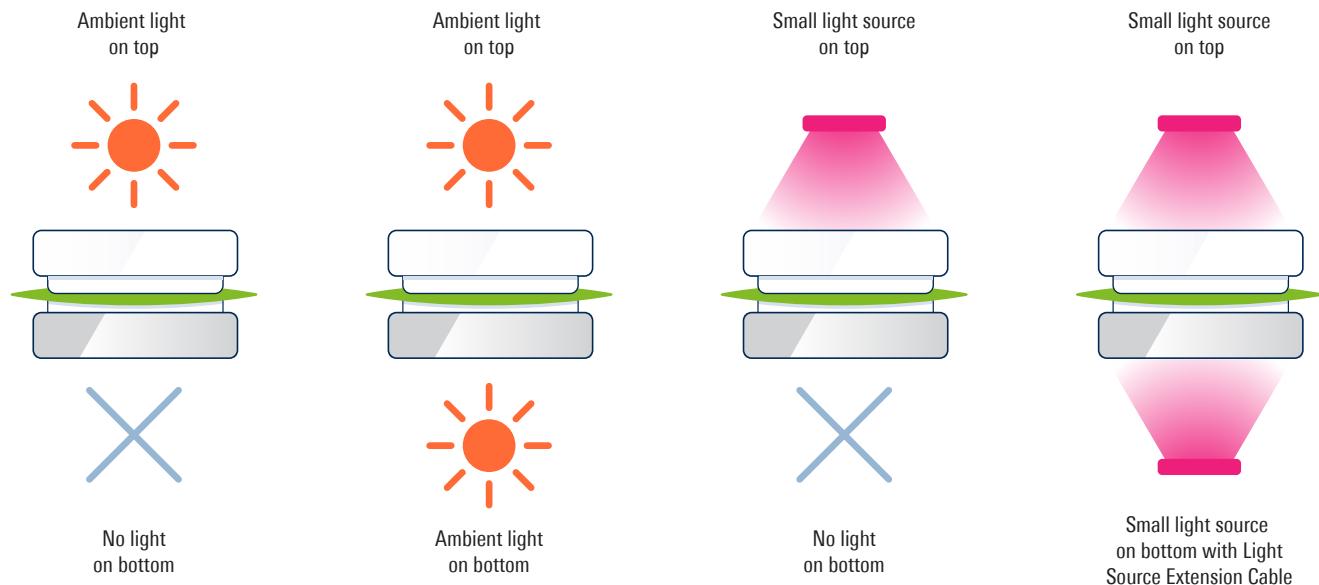


Figura 6. La fuente de luz pequeña presenta una emisión máxima a 453 nm para azul y 660 nm para rojo.

Medidas de hojas grandes y agujas

La cámara foliar grande y para agujas (6800-13) se utiliza para medir el intercambio de gases de hojas grandes, ramitas y brotes. Ofrece una abertura espaciosa de 6 x 6 cm con líneas de escala de 1 mm para ayudar a estimar el área de las hojas que no llenan la apertura.

- El kit para ramitas de coníferas opcional (9968-271) amplía el volumen de la cámara para acomodar brotes y ramitas que no encajan fácilmente en la cámara.
- Para mediciones bajo iluminación controlada, la cámara foliar grande y para agujas es compatible con la fuente de luz grande (6800-03) en cualquier configuración, con o sin el kit para ramitas de coníferas.
- La fuente de luz grande ofrece iluminación roja, verde, azul y blanca totalmente configurables con intensidades de hasta 2400, 1000, 2000 y 1500 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ respectivamente.
- El sistema proporciona un control independiente de las intensidades de la luz y las mezclas espectrales, tanto para mediciones de estado estable como controladas mediante programación.

Las opciones de luz incluyen luz ambiental en la parte superior, luz ambiental en ambos lados, una fuente de luz en la parte superior o fuentes de luz en ambos lados con el cable de extensión de fuente de luz (9968-243). El funcionamiento de la fuente de luz doble es compatible con la cámara sola y con el kit para ramitas de coníferas (9968-271).

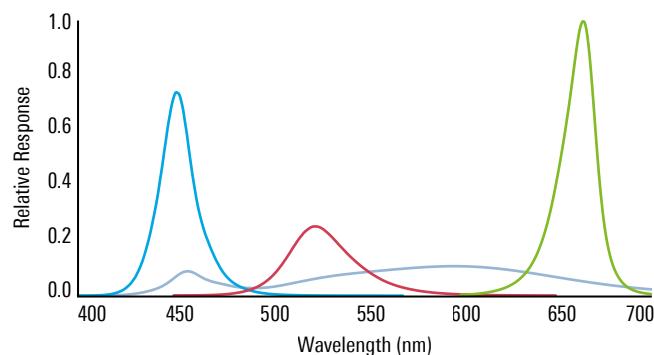
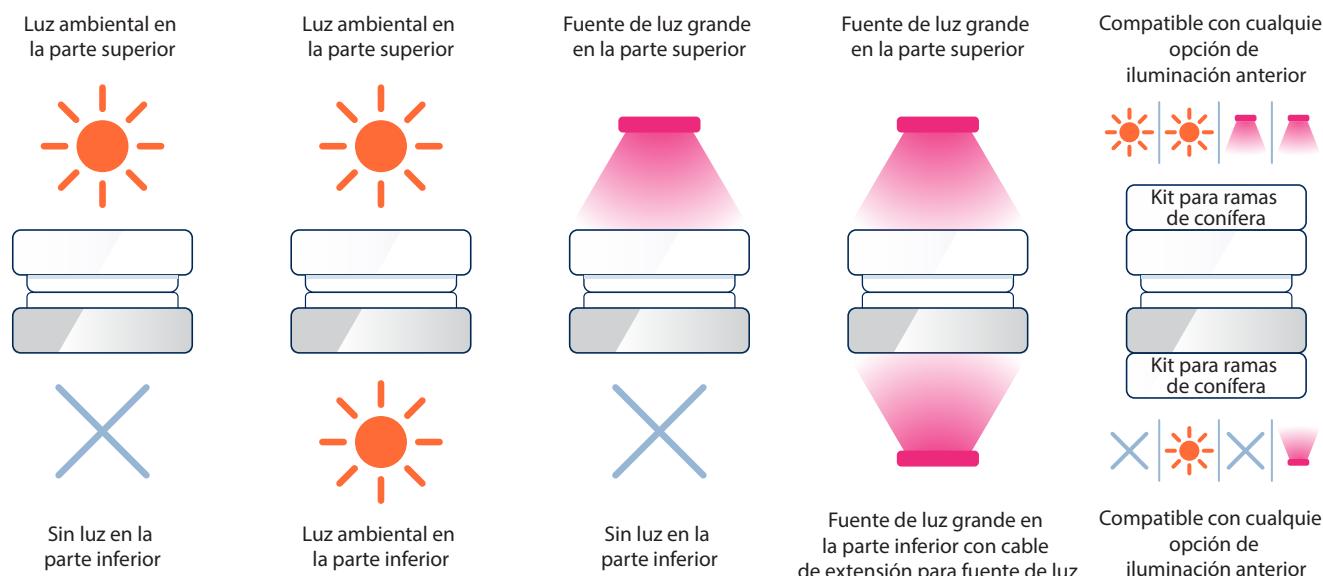


Figura 7. La fuente de luz grande proporciona una emisión máxima a 453 nm para el azul, 523 nm para el verde y 660 nm para el rojo. El blanco tiene nominalmente una temperatura de color de 4000 K.



Fotosíntesis acuática



La cámara acuática (6800-18) proporciona mediciones del intercambio de CO₂ y la fluorescencia de la clorofila *a* de muestras en agua líquida, como suspensiones de algas o muestras que requieren una alta humedad ambiental, como briófitas. La asimilación se calcula a partir de las diferencias de concentración y la tasa de flujo

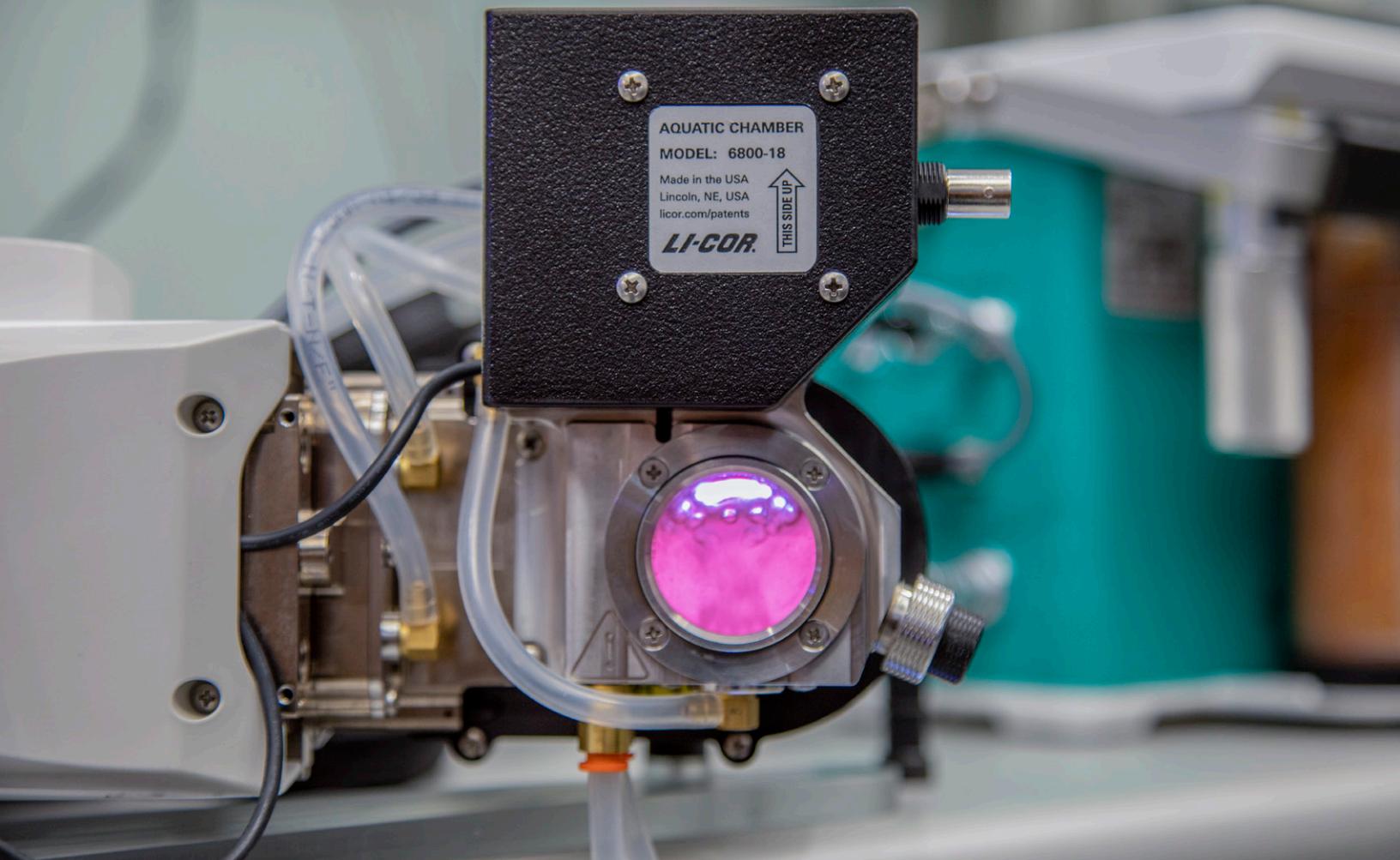
$$A = \mu \left(c_1 - c_2 \frac{1 - w_1}{1 - w_2} \right)$$

Donde A es la asimilación de CO₂, μ es la tasa de flujo, c_1 y c_2 son la concentración de CO₂ antes y después de la muestra, y w_1 y w_2 son el vapor de agua antes y después de la muestra.

El cálculo del balance de masa da el flujo de CO₂ entre la muestra líquida y el espacio superior de la cubeta. El flujo está acoplado a la tasa verdadera de asimilación de carbono por transferencia de masa en la interfaz aire-líquido y la cinética del sistema de carbonato para la muestra acuática. Cuando se normaliza a la densidad celular, la masa o el contenido de clorofila, la cámara acuática proporciona mediciones como $\mu\text{mol CO}_2 \text{ célula}^{-1} \text{ s}^{-1}$, $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mg}^{-1} \text{ s}^{-1}$, o $\mu\text{mol CO}_2 \text{ }\mu\text{g}^{-1} \text{ s}^{-1}$.

Características y beneficios

- Logra un rápido equilibrio de CO₂ en el aire y CO₂ en el agua en la cámara de muestra.
- El equilibrador de humedad minimiza el diferencial de vapor de agua entre el IRGA de muestra y de referencia para optimizar el cálculo del diferencial de CO₂.
- Protección contra la condensación para el sistema: mediante la medición de la temperatura y la humedad y el ajuste los puntos establecidos para evitar la condensación.
- Compatible con un baño de agua de recirculación externo para controlar la temperatura en un rango extendido.
- Soporte para sondas de pH comunes; las mediciones de pH se registran con el conjunto de datos.
- El puerto septo permite que sensores y sondas auxiliares accedan a la muestra durante una medición.
- Con muestras en el agua, usted puede calcular el rendimiento óptico para estimar la absorción fotosintética.



Mediciones

Con la cámara acuática, puede medir las respuestas fotosintéticas de una muestra a parámetros controlados como la luz, el CO₂, el pH o la temperatura. Incluye el kit adaptador de muestras acuáticas (9968-338) que admite muestras no líquidas que requieren aire húmedo, como corales, macroalgas, pastos marinos y raíces.

¿Listo para más detalles?

Profundice en la publicación reciente de Hupp y otros en el sitio web
<https://doi.org/10.1016/j.algal.2021.102399>

Hupp, J., McCoy, JIE, Millgan, AJ y Peers, G. (2021). Simultaneously measuring carbon uptake capacity and chlorophyll a fluorescence dynamics in algae. *Algal Research*, 58, pág. 102399.

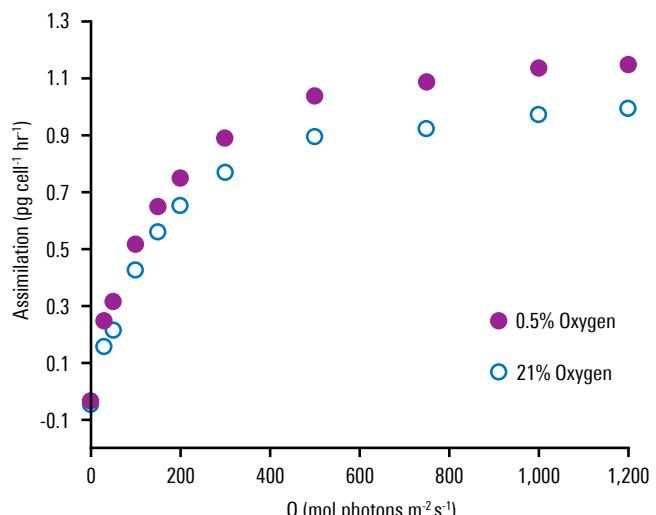


Figura 8. Mediciones de asimilación en *Chlorella* con oxígeno ambiental (21 %) y oxígeno bajo (0.5 %) en respuesta a la luz (Q). El LI-6800 mantuvo constante la concentración de CO₂ que entraba en la cámara a 400 $\mu\text{mol mol}^{-1}$. La temperatura de la cámara se mantuvo constante a 25 °C usando un baño de agua externo. Las células se midieron en un medio de agua salada a una salinidad de 17 ppt.

Una cámara para cada aplicación

Mediciones de flujo de CO₂ en el suelo

Para mediciones topográficas con la cámara de flujo de CO₂ del suelo (6800-09), el LI-6800 funciona como un sistema cerrado. Calcula el intercambio de gases utilizando la conocida ecuación de flujo de gas del suelo

$$F_c = \frac{10VP(1 - W/1000)}{RST} \frac{dC'}{dt}$$

donde F_c es el flujo de CO₂, V es el volumen del sistema, P es la presión atmosférica, W es la fracción molar de agua en la cámara, R es la constante de los gases, S es el área del suelo, T es la temperatura del aire de la cámara y dC'/dt representa el cambio en la concentración de CO₂ seco a lo largo del tiempo (t).



¿Por qué utilizar el LI-6800 para las mediciones de suelos?

- Las tecnologías patentadas que solo están disponibles en los sistemas de flujo de gas del suelo LI-COR garantizan que las mediciones del flujo de CO₂ del suelo representen el verdadero flujo.
- Ventana equilibradora de presión patentada para evitar que el viento cree desplazamientos de presión que afecten las mediciones.
- Excelente mezcla dentro de la cámara para evitar volúmenes muertos, asegurando una medición exacta.
- Mecanismo de fuelle para evitar los artefactos que puedan surgir por la colocación de la cámara.
- Mediciones de humedad del suelo/temperatura del suelo registradas con un conjunto de datos para ayudar con los cálculos y la interpretación.
- Procesamiento de datos en el software SoilFlux-Pro™ para su evaluación



Cámara para plantas pequeñas

La cámara para plantas pequeñas (6800-17) permite realizar mediciones de plantas *Arabidopsis thaliana*, otras rosetas pequeñas o copas cortas como césped en macetas de 65 mm (2.5 pulgadas) o Cone-tainers™ de 38 mm (1.5 pulgadas). El software incluye un modelo de área foliar de roseta para calcular el área foliar en función de formas representativas, utilizando la longitud del tallo, el ancho de la hoja y la longitud de la hoja configurables.

La cámara para plantas pequeñas cuenta con una tapa de película transparente para mediciones bajo luz ambiental o iluminación controlada con la fuente de luz grande.



Cámara para briofitas

La cámara de briofitas (6800-24) se utiliza para medir el intercambio de gases de CO₂ de musgos, hornabeques, hepáticas y líquenes en función de la masa. La cámara contiene material de muestra suelta en un pozo poco profundo durante la medición. Cuenta con una tapa de película transparente para iluminación ambiental o iluminación controlada con la fuente de luz grande.

Recomendamos la cámara acuática (6800-18) para muestras que requieren alta humedad.



Cámara de respiración de insectos

La cámara de respiración de insectos (6800-89) se utiliza para medir la respiración de CO₂ de insectos, otros animales muy pequeños, frutas o muestras de forma irregular. El LI-6800 dirige el aire acondicionado a través de la cámara de respiración de insectos y calcula un flujo basado en la diferencia entre el aire de referencia y el de muestra. La respiración se calcula en base a la masa.



Adaptador de cámara personalizada

El adaptador de cámara personalizado (6800-19) le permite construir una cámara que satisfaga sus necesidades, como cámaras para toda la planta, cámaras grandes para frutas o cámaras de suelo para el intercambio de gases combinado entre el suelo y la planta. El kit de cámara personalizada incluye el adaptador y el hardware, los conectores de tubo, el cable adaptador de termopar tipo 'E' y una plantilla para guiar el montaje de la cámara personalizada en el cabezal del sensor.

Expandible, extensible y personalizable

Kit de adaptador de tanque

Para un suministro de un tanque de CO₂, el kit de adaptador de tanque (9968-109) simplifica la conexión.

Suministro de aire personalizado

Conecte una mezcla de gas personalizada a la entrada de aire, ya sea antes o después de la bomba de la consola, para hacer mediciones con niveles bajos de O₂ u otros experimentos. El hardware está incluido con el kit de repuestos.

Programación avanzada

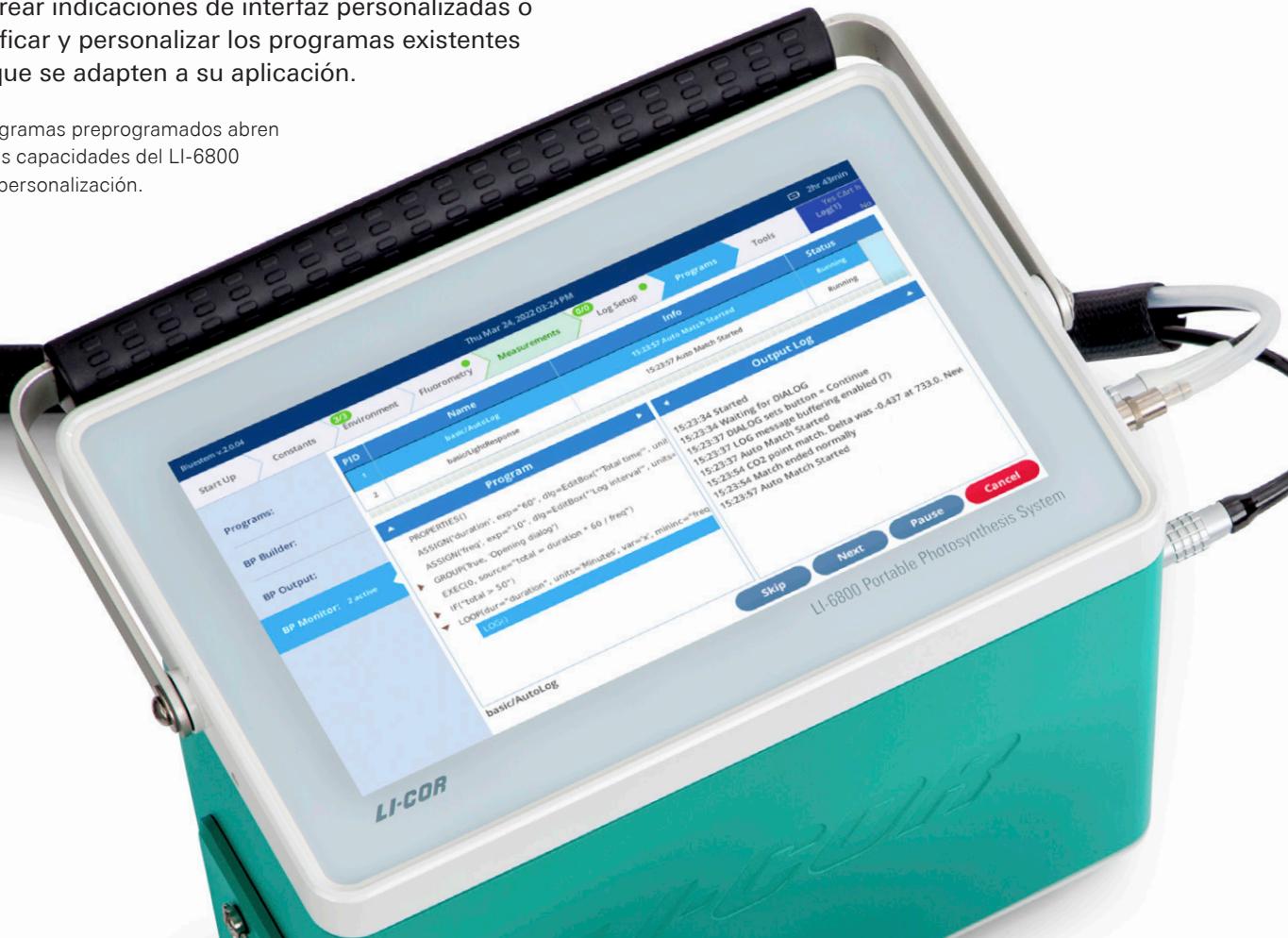
El LI-6800 es completamente configurable: usted puede crear configuraciones personalizadas con la interfaz de programación gráfica en el instrumento y escribir programas desde cero, todo en el lenguaje de programación Python. Puede escribir algoritmos de control complejos, controlar periféricos, crear indicaciones de interfaz personalizadas o simplificar y personalizar los programas existentes para que se adapten a su aplicación.

Los programas preprogramados abren todas las capacidades del LI-6800 para la personalización.

Expandible con complementos auxiliares

Agregue fácilmente sensores periféricos, ventiladores mezcladores y más al LI-6800. Para controlar los periféricos y registrar sus datos con el conjunto de datos del LI-6800, el LI-6800 ofrece las siguientes opciones:

- Entradas y salidas digitales para controlar y leer datos de dispositivos digitales.
- Entradas y salidas analógicas para controlar y registrar datos de sensores analógicos.
- Opciones de alimentación auxiliar: 12 V y 5 V desde la consola y 5 V desde el cabezal para ventiladores de mezclado, bombas y más.
- Voltaje de 5 V para sensores activos.
- Cable de alimentación auxiliar (9968-242) para alimentar el LI-6800 con alimentación de CC externa, como una batería de ciclo profundo.





Mediciones complementarias con el LI-600 y LI-6800

El sistema de fotosíntesis portátil LI-6800 proporciona mediciones detalladas en condiciones controladas, incluyendo mediciones de respuesta de CO₂, respuesta de luz y fluorescencia de clorofila *a* de alta frecuencia. Por el contrario, el Porómetro/Fluorómetro LI-600 proporciona mediciones a nivel foliar de alta velocidad de conductancia estomática y fluorescencia de clorofila *a* en condiciones ambientales.

Al combinar las mediciones rápidas del LI-600 con datos detallados del LI-6800, puede registrar conjuntos de datos más grandes e informativos mientras ahorra tiempo.

- Examine una rápidamente con el LI-600 para identificar los individuales para mediciones detalladas con el LI-6800.
- Caracterice la relación estomática con el LI-600 y use estas medidas en el LI-6800 para mejorar el cálculo de parámetros importantes relacionados con la relación estomática.

¿Listo para aprender más?

¿Listo para aprender más? Vea el seminario web en licor.com/600-6800-webinar

Especificaciones

Analizador de Gas de CO₂

Tipo: Analizador infrarrojo absoluto de gases no dispersivo
Rango de medición: 0 – 3100 $\mu\text{mol mol}^{-1}$
Precisión (ruido de la señal) señal RMS de 4 segundos con un promedio de 10 $\mu\text{mol mol}^{-1}$: $\leq 0.1 \mu\text{mol mol}^{-1}$
Precisión: 1 % de la lectura a 200 $\mu\text{mol mol}^{-1}$ más. $\pm 2 \mu\text{mol mol}^{-1}$ a $< 200 \mu\text{mol mol}^{-1}$
Sensibilidad a la orientación: $\leq \pm 1 \mu\text{mol mol}^{-1}$ de variación a 400 $\mu\text{mol mol}^{-1}$ desde cualquier orientación

Analizador de Gas de H₂O

Tipo: Analizador infrarrojo absoluto de gases no dispersivo
Rango de medición: 0 – 75 mmol mol^{-1}
Precisión (ruido de la señal) RMS Señal de 4 segundos con un promedio de 10 mmol mol^{-1} : $\leq 0.01 \text{ mmol mol}^{-1}$
Precisión: Dentro del 1.5 % de la lectura a $> 5 \text{ mmol mol}^{-1}$; $\pm 0.08 \text{ mmol mol}^{-1}$ a $< 5 \text{ mmol mol}^{-1}$

Temperaturas

Rango de temperatura de funcionamiento: 0 – 50 °C
Rango de temperatura de almacenamiento: -20 – 60 °C
Rango de control de temperatura:
 Temperatura foliar: $\pm 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$ del ambiente
 Resolución del punto establecido: 0.1 °C
Bloque de control de temperatura y temperatura del aire de escape de la cámara:
 Tipo: Termistor
 Rango: -10 – 60 °C
 Precisión: $\pm 0.15 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Sensor de temperatura foliar:

Tipo: Termopar de alambre fino tipo E
Rango de sensibilidad: -10 – 60 °C
Precisión: $< \pm 0.5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ totales; $\pm 0.2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ en intersección fría de referencia; $\pm 0.3 \text{ }^{\circ}\text{C}$ en termopar cuando está a menos de $\pm 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$ de la temperatura de la intersección fría

Comunicación

Ethernet RJ-45; IP/TCP para redes y ordenadores: 1
Conexiones del cabezal: 2
Conexiones de accesorios: 2

Tasas de flujo de aire

Tasa de flujo en volumen: 680 – 1700 $\mu\text{mol s}^{-1}$ en SATP*
Tasa de flujo de la cámara foliar: 0 – 1400 $\mu\text{mol s}^{-1}$ en SATP

Presión

Sensor de presión de la consola:
Rango de funcionamiento: 50 - 110 kPa
Precisión: $\pm 0.4 \text{ kPa}$
Resolución: 1.5 Pa típico
Ruido de señal: $\leq 0.004 \text{ kPa}$ pico a pico con promedio de señal de 4 segundos
Sensor de presión de la cámara:
Rango: -2 – 2 kPa
Resolución: $< 1 \text{ Pa}$ típico
Ruido de señal: 1 Pa pico a pico con promedio de señal de 4 segundos
Resolución del punto establecido: 1.0 Pa
Rango de control: 0 – 0.1 kPa (en función de la tasa de flujo que atraviesa la cámara)

Baterías

Peso: 0.435 kg
Capacidad: 6800 mAh
Tipo: Ion de litio
Almacenamiento: -20 – 60 °C; $\leq 80\%$ HR

Control de CO₂

Rango de control de CO₂: 0 – $> 2000 \mu\text{mol mol}^{-1}$ (con la bomba al mínimo; en función de la tasa de flujo en volumen)
Cartucho de CO₂: 8 gram
Duración del cartucho: > 8 horas después de la perforación (en función del punto establecido)
Depurador de CO₂: Cal sodada

Control de H₂O

Rango de control de H₂O: 0 – 90 % HR (sin condensación)
Sustrato humidificador: Nafion
Desecante: Gel de silice (BASF Sorbead® Orange CHAMELEON®)

Medición de Luz

Sensores de PAR de la cámara y las fuentes de luz:
Rango de sensibilidad: 0 – 3000 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$
Resolución: $< 1 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$
Precisión de calibración: $\pm 5\%$ de lectura; trazable al Instituto Nacional de Tecnología de EE. UU. (NIST)
Sensor de PAR Externo LI-190R:
 Detector: fotodiodo de silicio
 Sensibilidad: 5 – 10 μA por $1000 \mu\text{mol s}^{-1} \text{ m}^{-2}$
 Precisión de calibración: $\pm 5\%$ de lectura; trazable a NIST

Consola

Procesador: Arm® Cortex® A9 de cuatro núcleos funcionando a 1 GHz
Memoria: 2 GB de memoria RAM; Memoria Flash de 8GB
Monitor: LCD TFT legible a la luz del sol con pantalla táctil capacitiva
Resolución: 1024 x 600 píxeles
Dimensiones: 26 cm en diagonal
Tamaño: 18.5 x 27.5 x 21 cm; (Pr. x An. x Al.)
Peso: 6.1 kg
Requerimientos de energía: 12 – 18 VCC o 24 VCC

Cabezal

Tamaño con cámara foliar transparente de 3 x 3 cm: 37 x 11.5 x 21.6 cm (La. x An. x Al.)
Peso: 2.15 kg sin cámara
Resolución de pantalla: 128 x 128 píxeles
Dimensiones de la pantalla: 3.15 cm de esquina a esquina
Entradas del cabezal:
 Termopar de temperatura foliar: 2
 Sensor de luz LI-190R: 1
Conexiones de la fuente de luz del cabezal: 1

Cámara acuática

Cubeta de muestra:
 Materiales húmedos: Acero inoxidable 316. vidrio flotado. Viton. PTFE. silicona. acetal
 Volumen de trabajo de la cubeta: 0 – 20 mL. volumen de muestra recomendado de 15 mL

Temperatura:
 Temperatura de funcionamiento: 0 a 50 °C sin carga solar (sin congelar)

Temperatura de almacenamiento: -20 a 60 °C con cámara limpia y seca

Control de temperatura: Baño de agua proporcionado por el usuario. #10-32 conexiones roscadas a la cámara.

Entorno de fluido operativo

Temperatura: sin congelar hasta 50 °C
Salinidad: 0 – 35 %

Puertos auxiliares:

pH (sonda no incluida): Puerto sellado con junta tórica de 12 mm de diámetro y amplificador integrado. Sonda de pH pasiva basada en electrodo de vidrio con conector BNC (pendiente nominal de -59 mV/pH, calibrada por el usuario).

Septo: Septo de silicona-PTFE

Cámara con cubierta transparente

Área foliar máxima: 9 cm²
Tamaño: 15.4 x 11.5 x 5.9 cm (La. x An. x Al.)
Peso: 0.3 kg

Fuente de luz pequeña

Rango de salida total: 0 – >2000 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ a 25 °C

Rango de salida azul: 0 – >400 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ a 25 °C

Rango de salida roja: 0 – >1600 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ a 25 °C

Longitud de onda máxima de la luz roja: 660 nm

Longitud de onda máxima de la luz azul: 453 nm

Uniformidad:

±10 % en el 90 % de la apertura con gasket superior blanco, normalmente

±10 % en el 77 % de la apertura con gasket negro, normalmente

Consumo de energía: 2000 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ <5 watts

Rango de temperatura de funcionamiento: 0 – 50 °C

Tamaño: 6.6 x 5.9 x 5.8 cm (La. x An. x Al.)

Peso: 0.21 kg

Fuente de luz grande

Rango de salida total:

0 – >2500 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ a 25 °C

Rango de salida azul:

>2000 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ a 25 °C

Rango de salida verde:

>1000 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ a 25 °C

Rango de salida roja:

>2400 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ a 25 °C

Rango de salida blanca:

>1500 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ a 25 °C

Longitud de onda máxima de la luz azul: 453 nm

Longitud de onda máxima de la luz verde: 523 nm

Longitud de onda máxima de la luz roja: 660 nm

Temperatura de color blanco: 4000 K

Uniformidad: ±10 % en el 90 % de la apertura

Consumo de energía: 15 W a 2000 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ en rojo, verde, azul y blanco a partes iguales

Rango de temperatura de funcionamiento: 0 – 50 °C

Rango de humedad relativa de funcionamiento: 0 – 85 %

Tamaño: 11.7 x 11 x 13 cm (La. x An. x Al.)

Peso: 0.54 kg

Cámara para plantas pequeñas

Volumen de la cámara: 193.2 cm^3 (volumen interno)

Dimensiones internas: 7 cm de diámetro; 4.46 cm de profundidad

Dimensiones externas: 8.4 cm de ancho (bloque de la cámara) x 12.7 cm de largo (interfaz del colector de la cámara a la punta de la cámara) x 6.47 cm (parte inferior del colector de la cámara a la parte superior de la cámara)

Peso: 0.60 kg

Adaptador de cámara personalizada

Volumen de la cámara: 34.2 cm^3 (volumen interno)

Dimensiones externas: 1.25 x 7.67 x 5.85 cm (La. x An. x Al.)

Cámara de respiración de insectos

Volumen de la cámara: 49.9 cm^3 (sin incluir la tubería)

Dimensiones exteriores: 11.25 cm de largo; 3 cm de diámetro

Dimensiones interiores: 10.1 cm de largo; 2.5 cm de diámetro

Peso: 0.07 kg

Fluorómetro Multiphase Flash™

Luz modulada: Frecuencias de 1 Hz – 250 kHz controladas y elegibles con el software

Longitud de onda máxima de la luz de medición: 625 nm

Longitud de onda máxima del flash de saturación y de la luz actínica roja: 625 nm

Longitud de onda máxima de la luz actínica azul: 475 nm

Longitud de onda máxima de la luz roja lejana: 735 nm

Salida de luz actínica:

0 – 3000 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ en total a 25 °C

0 – 1000 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ en azul a 25 °C

0 – 2000 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ en rojo a 25 °C

Luz de saturación: Intensidad controlada por software; 0 – 16.000 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ a 25 °C

Luz roja lejana: Intensidad controlada por software; 0 – 20 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ a 25 °C

Dependencia de la señal de fluorescencia a la temperatura: -0.25% por °C

Uniformidad:

<±10 % en el 92 % de la apertura con gasket superior blanco

<±10 % en el 90 % de la apertura con la gasket superior negro

Consumo de energía:

<18 W a 25 °C con 3000 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ de luz actínica

<60 W a 25 °C con 16.000 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ de flash de saturación

Área foliar: 6 cm^2 or 2 cm^2 ; Aperturas circulares

Tamaño: 16.6 x 11.5 x 13.6 cm (La. x An. x Al.)

Peso: 0.86 kg

Cámara foliar grande y para agujas

Área foliar máxima: 36 cm^2

Dimensiones externas: 11.5 cm de ancho (resorte a resorte) x 16.8 cm de largo (frente de la cámara a la parte posterior del enlace de la cámara) x 5.9 cm de alto (parte inferior del colector de la cámara a la parte superior de la cámara)

Peso: 0.35 kg

Cámara foliar grande y para agujas con bloques de ramitas de coníferas

Área foliar plana máxima: 36 cm^2

Altura de la cámara interna: 6.7cm

Dimensiones externas: 11.5 cm de ancho (resorte a resorte) x 16.8 cm de largo (frente de la cámara a la parte posterior del enlace de la cámara) x 7.2 cm de alto (de abajo a arriba de la cámara)

Volumen: 25.68 pulg³ o 420.8 cm^3

Cámara para briofitas

Volumen de la cámara: 193.2 cm^3 (volumen interno)

Dimensiones internas: 7 cm de diámetro; 4.45 cm de profundidad

Dimensiones externas: 8.4 cm de ancho (bloque de la cámara) x 12.7 cm de largo (interfaz del colector de la cámara a la punta de la cámara) x 6.47 cm (parte inferior del colector de la cámara a la parte superior de la cámara)

Peso: 0.60 kg

Cámara de flujo de CO₂ en suelos

Volumen de la cámara: 4244.1 cm^3

Volumen IRGA: 57 cm^3

Área del suelo: 317.8 cm^2

Termistor para temperatura del aire:

Rango de operación: -20 – 45 °C

Precisión: ±0.5 °C de 0 °C a 70 °C

Peso: 4.06 kg

*SATP se define como Temperatura Ambiente Estándar (25 °C) y Presión (100 kPa).

Las especificaciones están sujetas a cambios sin previo aviso.

Información sobre pedidos

LI-6800F: Sistema Portable de Intercambio de Gases y Fluorescencia

Un sistema completo para intercambio de gases y fluorescencia. Este paquete es ideal para trabajo en campo o en el laboratorio que incluye mediciones de fluorescencia. Incluye:

- Consola, cabezal del sensor y conjunto de cables
- Fluorómetro Multiphase Flash™
- Software operativo Bluestem
- Maletín del instrumento
- Caja de accesorios
- Arnés de carga
- Montaje de cabezal y trípode
- Baterías de iones de litio (3)
- Transformador de CA a CC (entrada de 110 a 240 V CA; salida de 24 V CC; capaz de cargar 2 baterías en la consola)
- Cargador de batería de un solo puerto
- Gel de sílice y cal sodada para acondicionamiento de gas Sorbead® Orange CHAMELEON®
- Cartuchos de CO₂ de 8 gramos (3 cajas de 25)
- Kit de repuestos

LI-6800P: Sistema Portable de Fotosíntesis

Un sistema completo para intercambio de gases. Este paquete es ideal para mediciones básicas de laboratorio o de muestreo con luz natural o controlada. Incluye:

- Consola, cabezal del sensor y conjunto de cables
- Cámara con cubierta transparente y fuente de luz pequeña
- Software operativo Bluestem
- Maletín del instrumento
- Caja de accesorios
- Arnés de carga
- Montaje de cabezal y trípode
- Baterías de iones de litio (3)
- Transformador de CA a CC (entrada de 110 a 240 V CA; salida de 24 V CC; capaz de cargar 2 baterías en la consola)
- Cargador de batería de un solo puerto
- Gel de sílice y cal sodada para acondicionamiento de gas Sorbead® Orange CHAMELEON®
- Cartuchos de CO₂ de 8 gramos (3 cajas de 25)
- Kit de repuestos

LI-6800S: Sistema Portable de Fotosíntesis

Un sistema completo para intercambio de gases con componentes para mediciones de campo y de muestreo. Este paquete básico es ideal para mediciones bajo condiciones de luz natural. Incluye:

- Consola, cabezal del sensor y conjunto de cables
- Cámara con cubierta transparente
- Software operativo Bluestem
- Maletín del instrumento
- Arnés de carga
- Baterías de iones de litio (3)
- Transformador de CA a CC (entrada de 110 a 240 V CA; salida de 24 V CC; capaz de cargar 2 baterías en la consola)
- Cargador de batería de un solo puerto
- Gel de sílice y cal sodada para acondicionamiento de gas Sorbead® Orange CHAMELEON®
- Cartuchos de CO₂ de 8 gramos (3 cajas de 25)
- Kit de repuestos

LI-6800AQ: Sistema Portable de Fotosíntesis con Cámara Acuática

Un sistema completo de intercambio de gases y fluorescencia para muestras húmedas o líquidas. Incluye:

- Consola, cabezal del sensor y conjunto de cables
- Fluorómetro Multiphase Flash™
- Cámara acuática y accesorios
- Software operativo Bluestem
- Maletín del instrumento
- Baterías de iones de litio (2)
- Fuente de alimentación de CA a CC
- Gel de sílice y cal sodada para acondicionamiento de gas Sorbead® Orange CHAMELEON®
- Cartuchos de CO₂ de 8 gramos (3 cajas de 25)
- Kit de piezas de repuesto

Fuentes de luz y cámaras

Descripción	Número de parte
Fluorómetro Multiphase Flash™ y cámara	6800-01A
Fuente de luz pequeña	6800-02
Cámara con cubierta transparente	6800-12A
Cámara con cubierta transparente y fuente de luz pequeña	6800-02P
Fuente de luz grande	6800-03
Cámara foliar grande y para agujas	6800-13
Cámara de coníferos iluminada	6800-13L
Cámara para plantas pequeñas	6800-17
Cámara de plantas pequeñas iluminada	6800-17L
Cámara acuática	6800-18
Fluorómetro y cámara acuática	6800FAQ
Cámara para briofitas	6800-24
Cámara para briofitas iluminada	6800-24L
Cámara de flujo de CO ₂ en suelos	6800-09
Adaptador de cámara personalizada	6800-19
Cámara de Respiración de Insectos	6800-89

Accesorios

Pieza	Descripción	Número de parte
Batería de iones de litio		442-11807
Cargador de batería de un solo puerto	Carga una batería a la vez	590-11830
Fuente de alimentación de CA a CC	Entrada de 110 a 240 V CA; Salida de 24 V CC	591-11973
Arnés de carga	Correas de hombro y cintura para cargar la consola	9968-221
Trípode	Para la consola o la cabeza	609-15790
Montaje del cabezal	Sostiene con firmeza el cabezal del sensor, mientras pivota a una gran variedad de posiciones	609-15791
Monopié	Monopié para el cabezal del sensor	609-15792
Conjunto de cables del cabezal	Cable y manguera que conecta el cabezal a la consola	9968-092
Repuesto de columna para compuestos químicos	Para el depurador de H ₂ O y el depurador de CO ₂ , Incluye etiquetas	9968-225
Columna humidificador	Tubería Nafion en una columna, para añadir H ₂ O	9968-317
Kit de submuestra	Para obtener muestras de gas de los flujos de entrada o salida de gas	9968-210
Kit Adaptador para Tanque de CO ₂	Para conectar un tanque externo de CO ₂ al inyector de CO ₂	9968-109
Kit cero	Se usa para llevar químicamente el IRGA a cero con CO ₂ o H ₂ O	9968-230
Apertura de 1x3 cm para cámara con cubierta transparente	Se necesitan dos insertos de apertura para la operación. Los gaskets están incluidas	6800-54
Apertura de 2x3 cm para cámara con cubierta transparente	Se necesitan dos insertos de apertura para la operación. Los gaskets están incluidas	6800-53
Apertura de 3x3 cm para cámara con cubierta transparente	Se necesitan dos insertos de apertura para la operación. Los gaskets están incluidas	6800-52
Apertura de 2 cm ² para fluorómetro	Se necesitan dos insertos de apertura para la operación. Los gaskets están incluidas	6800-51
Apertura de 6 cm ² para fluorómetro	Se necesitan dos insertos de apertura para la operación. Los gaskets están incluidas	6800-50
Cable adaptador de termopar	Permite la conexión directa del LI-6800 al termopar tipo 'E'	9968-162
Kit para ramitas de coníferas	Bloques utilizados para expandir el volumen de la cámara foliar grande y para agujas	9968-271
Conjunto de adaptador de cámara acuática para 6800-18	Para usar con muestras como pastos marinos, macroalgas, corales y briófitas.	9968-338

Artículos de consumo

Descripción	Número de parte
Cartuchos de CO ₂ de 8 gramos (25)	9968-227
*Drierita – Indicador	622-04299
Drierita – No indicador	622-10509
Cal sodada	9964-090
Filtro de aire de entrada	9968-211
Sorbead® Orange CHAMELEON® Gel de sílice	622-16951

*No disponible en Europa

LI-COR Environmental

4647 Superior Street
Lincoln, Nebraska 68504

Teléfono: +1-402-467-3576
Número gratuito (EE. UU. y Canadá): 800-447-3576
envsales@licor.com
envsupport@licor.com
www.licor.com/env

LI-COR GmbH, Alemania

Siemensstraße 25A
61352 Bad Homburg
Germany
Teléfono: +49 (0) 6172 17 17 771
envsales-gmbh@licor.com
envsupport-eu@licor.com

LI-COR Ltd., Reino Unido

St.John's Innovation Centre
Cowley Road
Cambridge
CB4 0WS
United Kingdom
Teléfono: +44 (0) 1223 422102
envsales-UK@licor.com
envsupport-eu@licor.com

LI-COR[®]

©2023 LI-COR, Inc.

Certificación ISO 9001:2015

Para obtener más información sobre patentes, visite
www.licor.com/patents.

LI-COR y Dynamic Assimilation Technique son marcas
comerciales o marcas registradas de LI-COR, de LI-COR,
Inc. en los Estados Unidos y otros países. Todas las demás
marcas comerciales pertenecen a sus respectivos dueños.

