

**J. E. N. 361**

Sp ISSN 0081-3397

**EQUIPO PARA DETERMINAR LA ACTIVIDAD  
FOTOSINTETICA EN HOJAS DE PLANTAS  
SUPERIORES POR MEDIO DE  $^{14}\text{CO}_2$**

por  
**J. Fernández González**

**JUNTA DE ENERGIA NUCLEAR**

**MADRID, 1977**

CLASIFICACION INIS Y DESCRIPTORES

C43

PLANTS

PHOTOSYNTHESIS

LEAVES

CARBON 14 COMPOUNDS

ISOTOPE RATIO

CARBON DIOXIDE

SCINTILLATION COUNTING

SAMPLE PREPARATION

Toda correspondencia en relación con este trabajo debe dirigirse al Servicio de Documentación Biblioteca y Publicaciones, Junta de Energía Nuclear, Ciudad Universitaria, Madrid-3, ESPAÑA.

Las solicitudes de ejemplares deben dirigirse a este mismo Servicio.

Los descriptores se han seleccionado del Thesaurus del INIS para describir las materias que contiene este informe con vistas a su recuperación. Para más detalles consúltese el informe IAEA-INIS-12 (INIS: Manual de Indización) y IAEA-INIS-13 (INIS: Thesaurus) publicado por el Organismo Internacional de Energía Atómica.

Se autoriza la reproducción de los resúmenes analíticos que aparecen en esta publicación.

Este trabajo se ha recibido para su impresión en Octubre de 1976.

Depósito legal nº M-40129-1976.

## INDICE

	<u>Págs.</u>
RESUMEN	
1. INTRODUCCION .....	1
2. DESCRIPCION DEL SISTEMA .....	4
2.1 Generación del $^{14}\text{CO}_2$ .....	4
2.2 Producción y almacenamiento del aire marcado	4
2.3 Determinación de la concentración radiactiva de la mezcla de aire con $^{14}\text{CO}_2$ .....	5
2.4 Equipo dispensador del aire marcado .....	6
2.5 Microcámara transparente adaptable a la hoja	6
2.6 Toma de muestras .....	7
2.7 Preparación de las muestras vegetales para contaje en centelleo líquido .....	8
2.8 Determinación de la actividad fotosintética	9
3. BIBLIOGRAFIA .....	10

## 1. INTRODUCCION

La determinación de la cantidad de carbono que asimilan las hojas de las plantas superiores en el proceso fotosintético, ha cobrado últimamente un inusitado interés debido a la intensificación de los estudios sobre fotosíntesis y a la reciente preocupación de científicos y técnicos para aumentar la productividad vegetal.

Una de las causas por las que no se ha aplicado profusamente el método de la determinación de la actividad fotosintética de las plantas para estudiar la respuesta de éstas a cualquier agente externo (iluminación, temperatura, abonado, humedad, etc...) ha sido, sin duda, la dificultad que entrañaba su determinación y la necesidad de disponer de unos sistemas bastante sofisticados. La aparición de los analizadores de gas basados en la absorción de la radiación infrarroja (IRGA), dió un gran impulso a estos estudios ya que se podía determinar la variación del contenido en CO<sub>2</sub> de la atmósfera con mucha precisión. Sin embargo, la necesidad de mantener la planta confinada durante un cierto tiempo así como la dificultad de realizar medidas en condiciones de campo, hizo que este método no se declarara universal para la medición de la fotosíntesis.

La utilización del carbono-14 y la posibilidad de su medida con los contadores de centelleo líquido, hizo que surgieran diversas técnicas para medir la cantidad de CO<sub>2</sub> que asimilaba la planta en la unidad de tiempo y por unidad de superficie foliar. Se idearon diversas técnicas para hacer pasar una corriente de aire conteniendo <sup>14</sup>CO<sub>2</sub> y al cabo de un cierto tiempo determinar la cantidad de radiactividad fijada en la hoja. Entre todos los métodos empleados cabe destacar el de Austin y Longden (1967) y el de Shimshi (1969), por citar los más característicos, los cuales han ido siendo modificados y adaptados por

los diversos autores que han tenido que utilizarlos.

Todos los sistemas que utilizan el  $^{14}\text{CO}_2$  para medir la fotosíntesis de hojas, necesitan disponer de los siguientes elementos:

- 1ª) Generación del aire marcado con  $^{14}\text{C}$  y almacenamiento para su utilización posterior.
- 2ª) Equipo dispensador capaz de suministrar el aire marcado a un flujo constante.
- 3ª) Microcámara transparente, adaptable a la hoja, por la que se hace fluir el aire marcado con  $^{14}\text{CO}_2$  durante un tiempo dado.
- 4ª) Sistema para tomar la muestra de hoja, para su procesado y contaje.

La diferencia básica entre el sistema propuesto por los Dres. Austin y Longden y el propuesto por el Dr. Shimshi, está basada principalmente en los dos primeros puntos. En el equipo de los Dres. Austin y Longden la generación del aire conteniendo el  $^{14}\text{CO}_2$  se realiza individualmente para cada muestra y la inyección a través de la cámara se realizaba por medio de una jeringa actuada manualmente (Fig. 1). En el equipo del Dr. Shimshi se producía una gran cantidad de gas que era almacenado en un recipiente a alta presión (botella de acero) y el suministro del gas se hacía a través de la cámara, durante un tiempo fijo, por medio de la diferencia de presiones existentes entre el aire atmosférico y un recipiente de sobrepresión intermedio entre la cámara y la botella almacén (Figs. 2 y 3). Posteriormente este procedimiento se mejoró por el empleo de manorreductores y ratímetros que facilitaban el control de un flujo constante de gas (Incoll y Wright 1969, Mc. William y otros 1973). En la Fig. 4 se representa el esquema del equipo utilizado por Incoll y Wright.

Si bien el sistema del Dr. Shimshi permite el repetir las medidas con aire que contiene la misma concentración de  $^{14}\text{CO}_2$  y se elimina de esta manera el error que se introducía por este concepto en el método de los Dres. Austin y Longden, presenta el inconveniente de tener que trabajar con altas presiones, lo cual hace necesario que el llenado se verifique en un laboratorio adecuado y además aumenta considerablemente el peso del equipo.

El sistema que hemos desarrollado trata de reunir las ventajas de ambos métodos y eliminar los inconvenientes, haciéndolo muy apto para trabajar en condiciones de campo durante largos periodos de tiempo sin tener necesidad del laboratorio para la producción del aire marcado. Se conserva la ventaja de que se puede producir la cantidad de gas suficiente para realizar todas las carboxilaciones de cada experiencia con la misma mezcla de aire marcado, y además el sistema es sumamente ligero ya que los cilindros de acero se sustituyen por un balón de caucho o de material plástico que se llena en el campo en el momento de su utilización.

## 2. DESCRIPCION DEL SISTEMA

### 2.1 Generación del $^{14}\text{CO}_2$

Se parte de  $^{14}\text{CO}_3\text{Ba}$  de una As conocida (en nuestro caso se ha utilizado una As= 4 mCi/mmol) y se calcula la cantidad necesaria para producir la concentración de  $\text{CO}_2$  deseada en el volumen total de aire que se vaya a utilizar (en general se toma la concentración de 300 ppm). Para las condiciones de 710 mm de presión atmosférica y 20 °C de temperatura se utiliza 2,31 mg de  $^{14}\text{CO}_3\text{Ba}$  para producir un litro de aire marcado.

La cantidad deseada de  $^{14}\text{CO}_3\text{Ba}$  se deposita en un frasco de "tipo antibiótico" (de unos 15 ml) que se cierra herméticamente. Un momento antes de producir el gas, se realiza el vacío previo del aire que contiene el frasco por succión con una jeringa. Seguidamente se introduce un pequeño volumen de ácido láctico 2N (unos 5 ml). De esta manera se desprende  $^{14}\text{CO}_2$  que queda distribuido entre la zona vacía y el líquido (Fig. 5).

### 2.2 Producción y almacenamiento de aire marcado

Como depósito para almacenar el aire marcado se utiliza un balón de polietileno cerrado al que se adapta una boca con un obturador que permita introducir o extraer el gas de su interior.

Por medio de una jeringa provista de una llave de dos vías se hace pasar el aire a través del frasco que contenía el  $\text{CO}_2$  marcado y se va llenando el balón. El aire que previamente ha pasado por una columna de cal sodada, para eliminar el  $\text{CO}_2$  atmosférico, se hace borbotear en el ácido láctico y así arrastra el  $^{14}\text{CO}_2$  que se había producido. Variando alternativamente la posición de la llave de dos vías, se va llenando la jeringa con el aire que arrastra el  $^{14}\text{CO}_2$  y seguidamente se llena el balón al vaciar la jeringa por la vía que la une con aquél (Fig. 6). Repitiendo esta operación, se obtiene el volumen de



aire deseado, el cual debe ser calculado para que, teniendo en cuenta la cantidad de  $^{14}\text{CO}_3\text{Ba}$  de partida, se produzca la concentración final de  $\text{CO}_2$  deseada (300 ppm en general)

### 2.3 Determinación de la concentración radiactiva de la mezcla de aire con $^{14}\text{CO}_2$

Con objeto de controlar la concentración radiactiva de la mezcla de aire producido y su posible variación en el tiempo, se puede proceder de la siguiente manera:

- 1) Se preparan viales de vidrio de centelleo líquido con el tapón de baquelita perforado en la parte central y con un "o" ring de goma de silicona de (3 mm) para mantener un cierre hermético. Antes de cerrarlos, se introduce en su interior 1 ml de etanolamina.
- 2) Se realiza vacío en su interior por medio de una jeringa de 50 ml utilizando una aguja hipodérmica.
- 3) Se toma una muestra de 1 ml del gas del balón con una jeringa y se inyecta en el frasco, que la succiona inmediatamente.
- 4) Se deja reposar durante unos 5 o 10 minutos para que la etanolamina absorba todo el  $^{14}\text{CO}_2$ .
- 5) Se inyectan 3 ml de metanol para hacer mixcible la etanolamina con el líquido centelleador.
- 6) Se destapa el vial, se agregan 10 ml de centelleador y se cierra con un tapón normal para su contaje en un espectrómetro de centelleo líquido. Se puede utilizar un centelleador a base de tolueno PPO (5 g/l) y POPOP (0,3 g/l).

La concentración radiactiva del aire del balón (expresada en dpm/ml se determina directamente dividiendo las cpm obtenidas por la eficacia del contaje.

#### 2.4 Equipo dispensador del aire marcado

Con objeto de suministrar un flujo de aire constante y durante un tiempo fijo, se ha diseñado un dispensador automático accionado por un motor tipo "Mecano" el cual puede ser alimentado por una batería de 4,5 V o por la red a través de un "transformador-rectificador". Por medio de un estabilizador intercalado se logra una ddp constante para que el motor se mueva siempre con la misma velocidad.

A través de un sencillo mecanismo, el giro del motor hace avanzar o retroceder el émbolo de la jeringa hasta que llega al final del recorrido. En este punto se desconecta la corriente por accionamiento de un interruptor por medio de un pivote solidario al soporte del émbolo (Fig. 7). La amplitud del recorrido del émbolo se puede regular por medio de un interruptor móvil.

En el extremo de la jeringa se encuentra adaptada una llave de dos vías que sirve alternativamente, para llenarla con gas procedente del balón, y para vaciarla a través de la microcámara que encierra la hoja.

#### 2.5 Microcámara transparente adaptable a la hoja

La microcámara que se adapta a la hoja por medio de unas pinzas de acero inoxidable está realizada en metacrilato de metilo transparente. Consta de dos placas de 1 cm de espesor y 7,5 x 7,5 cm de dimensiones externas. La microcámara propiamente dicha está situada en el centro de las placas, tiene una superficie de 4 cm<sup>2</sup> (2x2) y una profundidad de 5 mm en cada una de las piezas. El aire marcado al entrar en la cámara, se distribuye homogéneamente por medio de una serie de

conductos (Fig. 8), los cuales salen a través de un tubo que contiene cal sodada para absorber el  $^{14}\text{CO}_2$ .

Debido a que en la mayoría de las plantas los estomas se encuentran situados en el envés, en general, solamente se hace pasar el gas por la placa inferior mientras que la superior queda para realizar el cierre hermético y es transparente con objeto de dejar pasar la luz hasta la hoja. También se puede sustituir la placa superior por otra igual a la inferior y de esta manera se puede hacer pasar el gas por ambos lados de la hoja.

La adaptación hermética de las dos placas a la hoja se logra por medio de una lámina de caucho o de gomaespuma no porosa y la presión se efectúa por medio de unas pinzas de acero que van acopladas al soporte de las cámaras. La cámara inferior es fija mientras que la superior es basculante alrededor de un eje central para facilitar la adaptación. En la Fig. 9 se puede observar el conjunto de cámara y pinza de presión.

Cuando se quiere estudiar la influencia de la luz sobre la actividad fotosintética se utilizan cámaras que tienen la placa inferior opaca y en la parte superior se pueden colocar filtros de oscurecimiento, para cuya fijación lleva unos soportes especiales.

Con objeto de delimitar la zona de hoja que ha sido encerrada en la microcámara, en los bordes de ésta existen unos pivotes de acero inoxidable que dejan una marca en la hoja al presionar las pinzas sobre ambas placas.

## 2.6 Toma de muestras

Del centro de la zona de hoja en que se realiza la fotosíntesis se toma una muestra circular por medio de un "saca bocados". En nuestras experiencias se utilizó un taladratapo

nes de 14 mm de diámetro para sacar la muestra. El disco de hoja extraído se guarda entre papel de filtro y se fija inmediatamente por calor procurando que quede plano. Cuando la experiencia se realiza en el campo, el secado se efectúa colocando el papel de filtro que contiene el disco entre dos placas metálicas que se calientan por cualquiera de los medios disponibles.

Los discos de hoja extraídos se pueden contar en un contador G.M. ya que todos tienen las mismas medidas y el mismo espesor. Para determinar la eficacia del contaje del G.M. se toma una muestra de los discos contados y se prepara para determinar su actividad en centelleo líquido.

## 2.7 Preparación de las muestras vegetales para contaje en centelleo líquido

Las técnicas de preparación de las muestras para contaje propuestas por Shimshi (1969) y Mc William y otros (1973) resultan engorrosas debido a que es necesario pipetear cada muestra. Es más cómodo efectuar la digestión en el mismo vial de contaje utilizando ácido nítrico del 35 % según el siguiente procedimiento:

- 1<sup>a</sup>) Se introduce la muestra vegetal en un vial de vidrio procurando que su peso seco no sea superior a 10 mg.
- 2<sup>a</sup>) Se añade 1 ml de  $\text{NO}_3\text{H}$  35 % y se tapa el vial sin enroscar el tapón hasta el fondo (se deben utilizar tapones de plástico no atacable por los vapores).
- 3<sup>a</sup>) Se pone en baño maría a 90 °C durante 5 horas como mínimo en campana de humos.
- 4<sup>a</sup>) Se añaden 15 ml de Instagel (Packard), y se agi-

ta fuertemente hasta que se disuelvan por completo los restos de material vegetal. El vial queda preparado para ser contado en un espectrómetro de centelleo líquido. En estas condiciones la eficacia del conteo suele ser del 70 % aproximadamente.

## 2.8 Determinación de la actividad fotosintética

A partir de las medidas obtenidas y una vez conocida la eficacia del conteo se puede determinar la actividad fotosintética aplicando la fórmula:

$$Af = \frac{\text{cpm} \cdot 3.600}{e \cdot As \cdot S \cdot t}$$

en la que:

Af = Actividad fotosintética expresada en micromoles de CO<sub>2</sub> fijados por cm<sup>2</sup> de hoja y hora de exposición.

cpm= Cuentas por minuto obtenidas.

e = Eficacia del conteo.

As = Actividad específica del <sup>14</sup>CO<sub>2</sub> expresada en desintegraciones por minuto (dpm) por micromol de CO<sub>2</sub>.

S = Superficie de la muestra que se cuenta (disco) expresada en cm<sup>2</sup>.

t = Tiempo de exposición de la hoja al flujo de aire marcado, expresado en segundos.

## 3. BIBLIOGRAFIA

AUSTIN, R.B. and LONGDEN, P.C. (1967). A rapid method for the measurement of rates of photosynthesis using  $^{14}\text{CO}_2$ . *Annals of Botany, N.S.*, 31. 245-253.

INCOLL, L.D. and WRIGHT, W.H. (1969). A field technique of measuring photosynthesis using  $^{14}\text{C}$ -Carbon dioxide. *Spec. Soils. Bull. Conn. agric. Exp. Stn. No. XXX*.

MC WILLIAM, J.R., PHILLIPS, P.J. and PARKES, R.R. (1973). Measurement of photosynthetic rate using labelled carbon dioxide. *CSIRO. Aust. Div. Pl. Ind. Tech. Pap. No. 31. 1-12*.

SHIMSHI, D. (1969). A rapid field method for measuring photosynthesis with labelled carbon dioxide. *J. Exper. Bot.*, 20, n° 63. 381-401.

FIGURAS CITADAS EN EL TEXTO

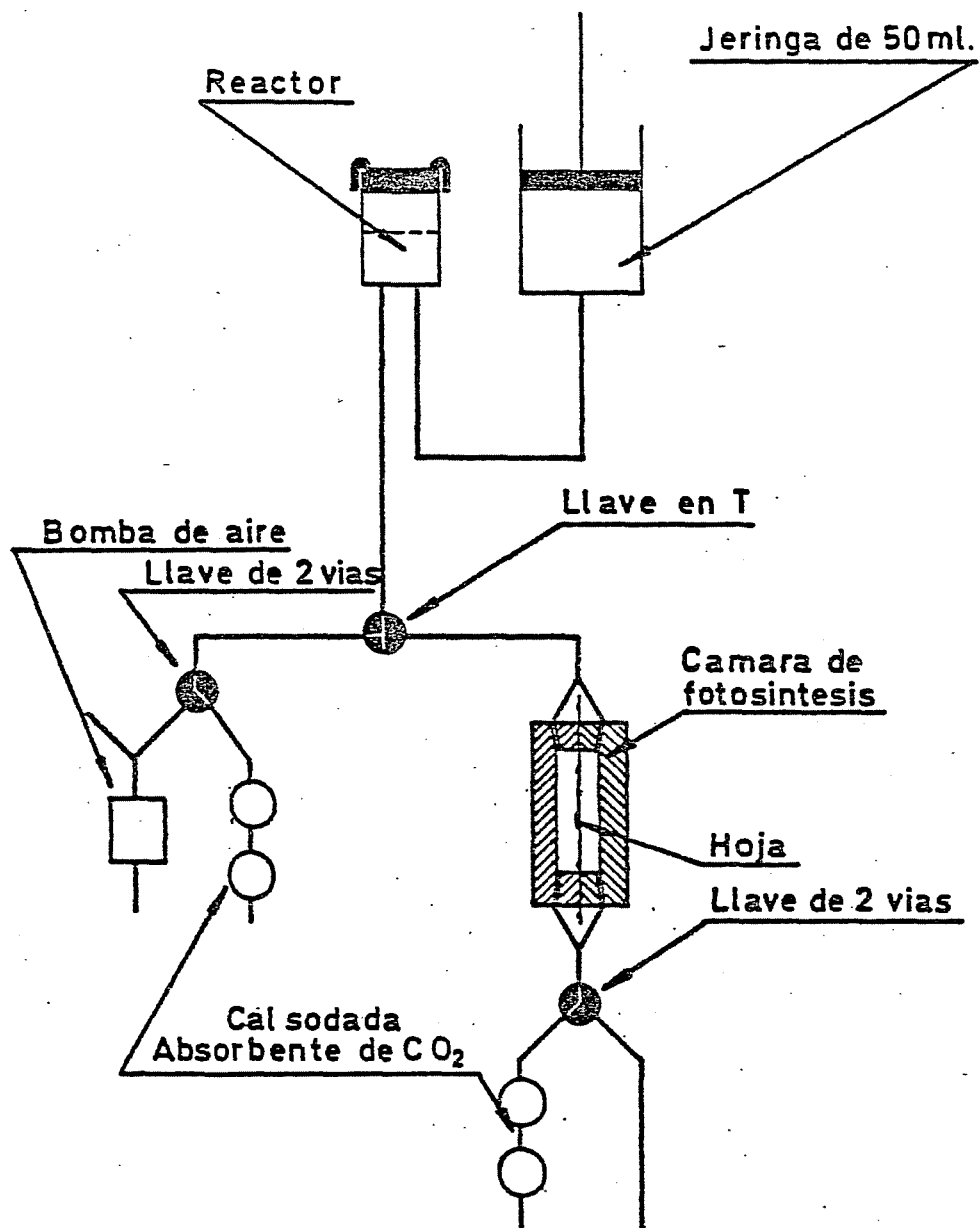


Fig. 1.- Esquema del equipo de fotosíntesis ideado por Austin y Longden (1067). En el reactor se inyecta ácido perclórico 1N sobre un papel de filtro impregnado en  $K_2^{14}CO_3$ . El  $^{14}CO_2$  producido se aspira con una jeringa y acto seguido se inyecta a través de la cámara de fotosíntesis que contiene la hoja.



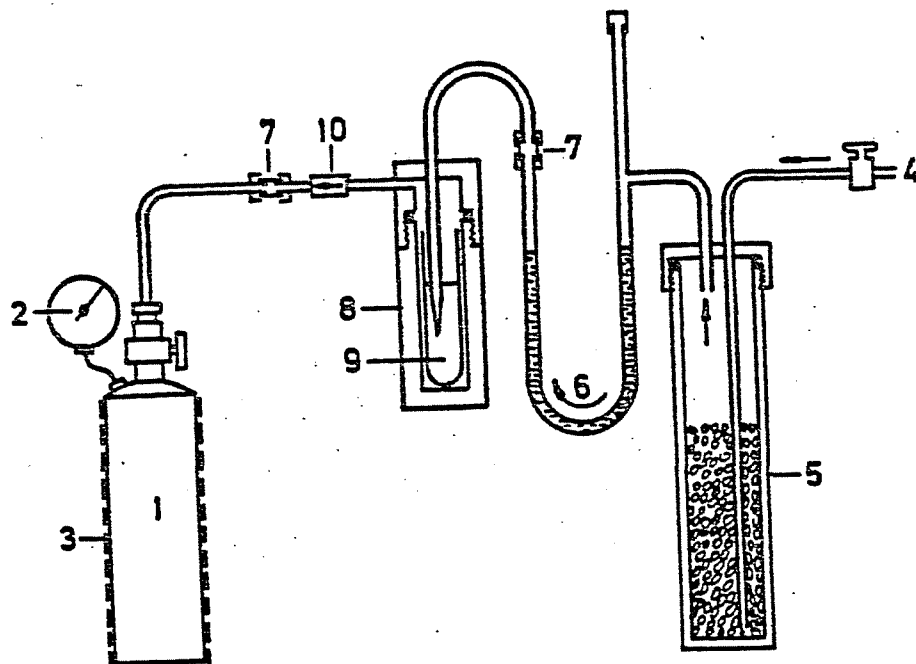


Fig. 2.- Generación del  $^{14}\text{CO}_2$  en el equipo ideado por Shimshi (1969). 1: Cilindro de acero; 2: Manómetro; 3: Cubierta termoaislante; 4: Entrada del aire a presión (8 atm); 5: Depósito hermético de acero con cal sodada; 6: Tubo de polipropileno que contiene  $\text{SO}_4\text{H}_2$  0,1 N; 7: Conector; 8: Cámara de acero hermética; 9: Tubo de ensayo que contiene  $\text{NaH}^{14}\text{CO}_3$ ; 10: Válvula de una dirección.

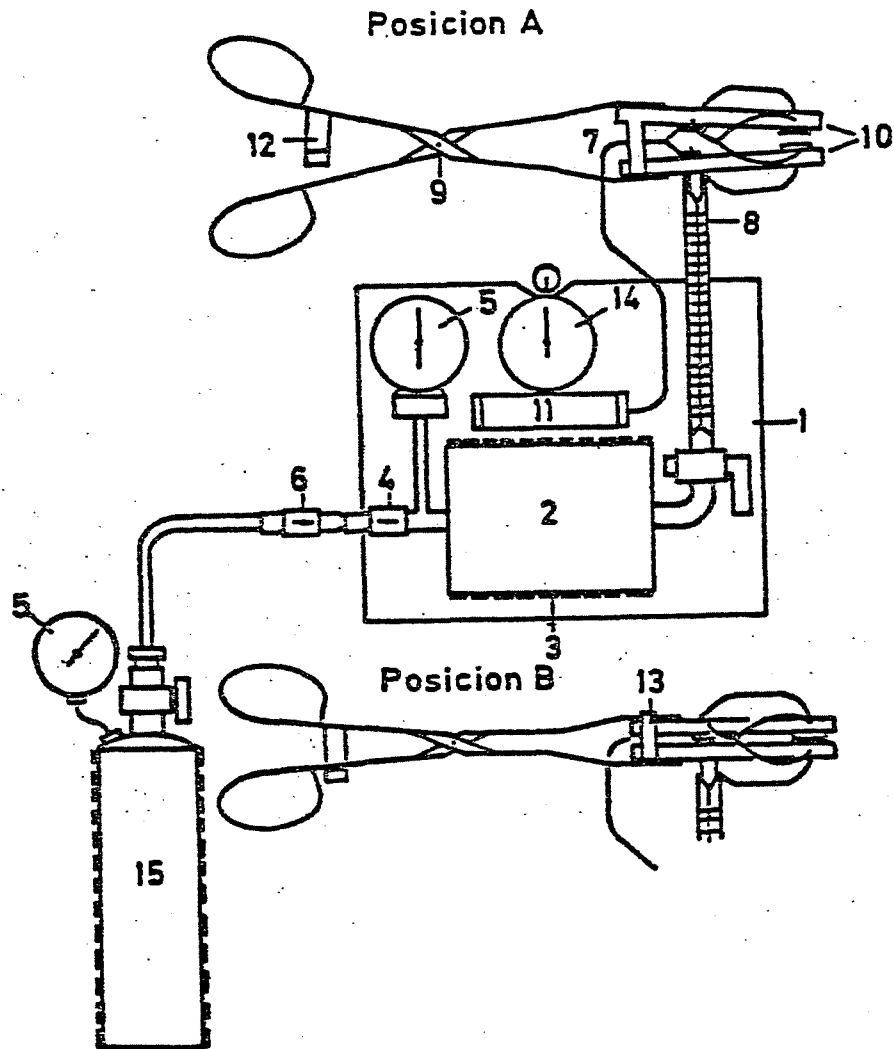


Fig. 3.- Esquema del equipo para determinación de la fotosíntesis de Shimshi (1969). 1: Bastidor; 2: Cilindro de compensación; 3: Aislante del cilindro; 4: Válvula de una dirección; 5: Manómetro; 6: Junta hermética para aire a presión; 7: Conducto de salida del aire; 8: Tubo capilar calibrado; 9: Pinza de acero inoxidable; 10: Cámara de fotosíntesis; 11: Cilindro con cal sodada; 12: Dispositivo de fijación de la pinza; 13: Guía de metal; 14: Cronómetro; 15: Cilindro de acero con el aire marcado con  $^{14}\text{CO}_2$ . Posición A: Cámara abierta. Posición B: Cámara cerrada.

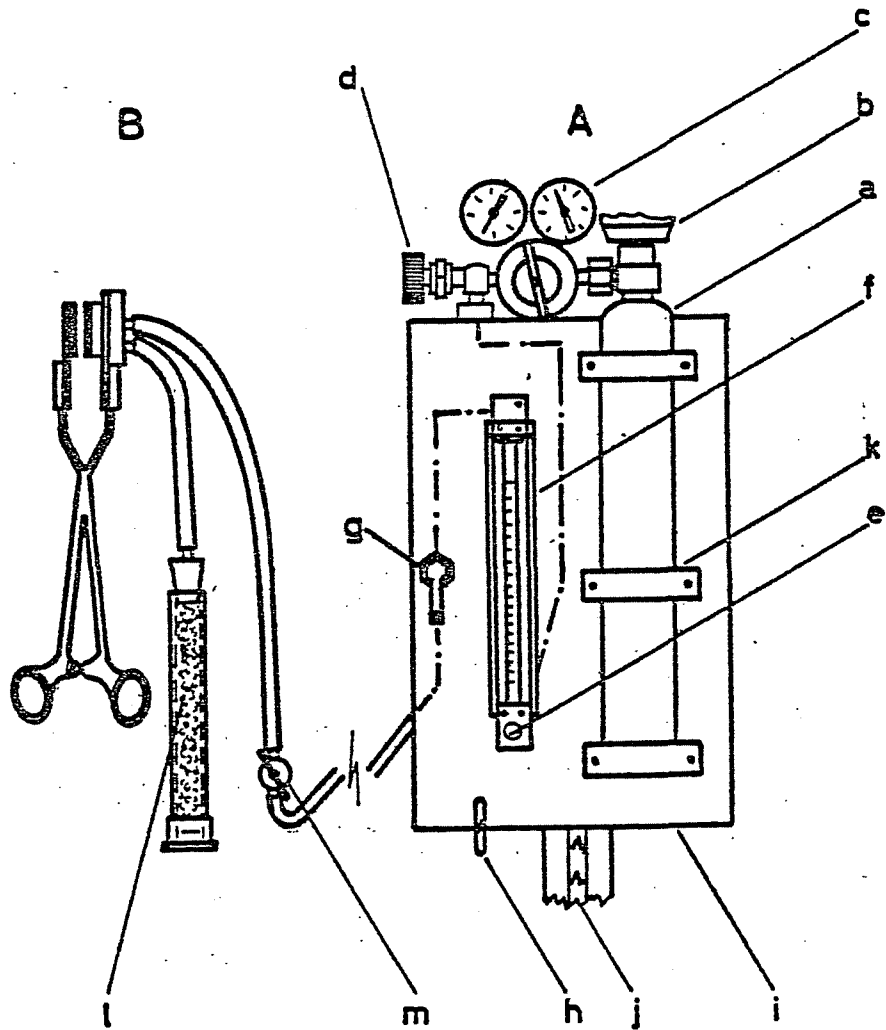


Fig. 4.- Esquema del equipo de determinación fotosintética de Incoll y Wright (1969). A. Conjunto del equipo dispensador del aire con  $^{14}\text{CO}_2$ ; B. Cámara de fotosíntesis. (a): Cilindro de acero; (b): Válvula; (e): Manóreductor; (d): Válvula de aguja; (e): Válvula de regulación del flujo de aire; (f): Rotámetro de aire; (g): Válvula de operación; (h): Garfio de sujeción; (i): Bastidor; (j): Bastón de acero; (k): Abrazadera; (l): Columna de cal sodada; (m): Válvula.

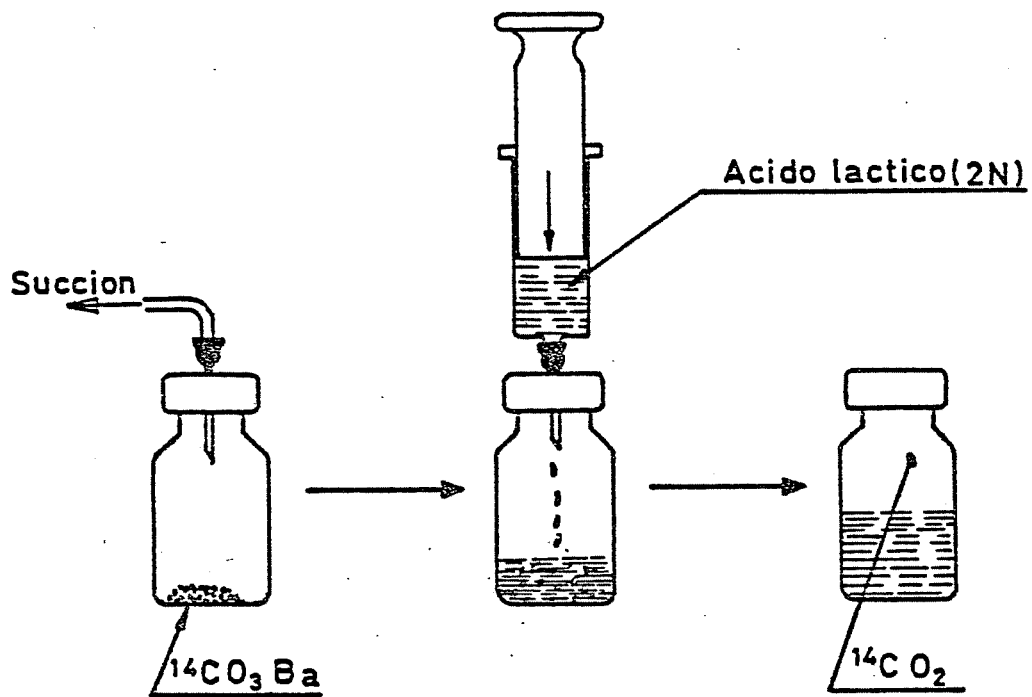


Fig. 5.- Esquema de la producción de  $^{14}\text{CO}_2$  haciendo reaccionar  $^{14}\text{CO}_3\text{Ba}$  con ácido láctico (2 N) en un vial hermético con tapón de caucho.

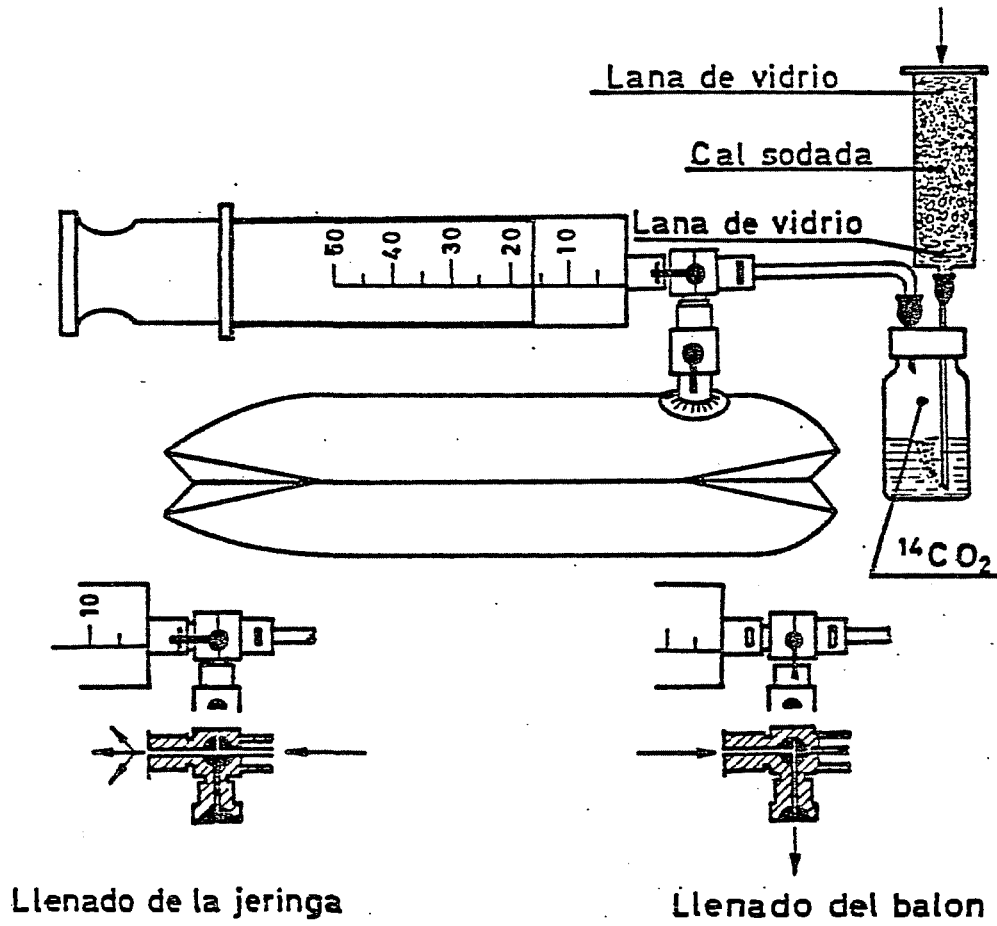


Fig. 6.- Esquema del llenado del balón de polietileno con aire marcado con  $^{14}\text{C}$ .

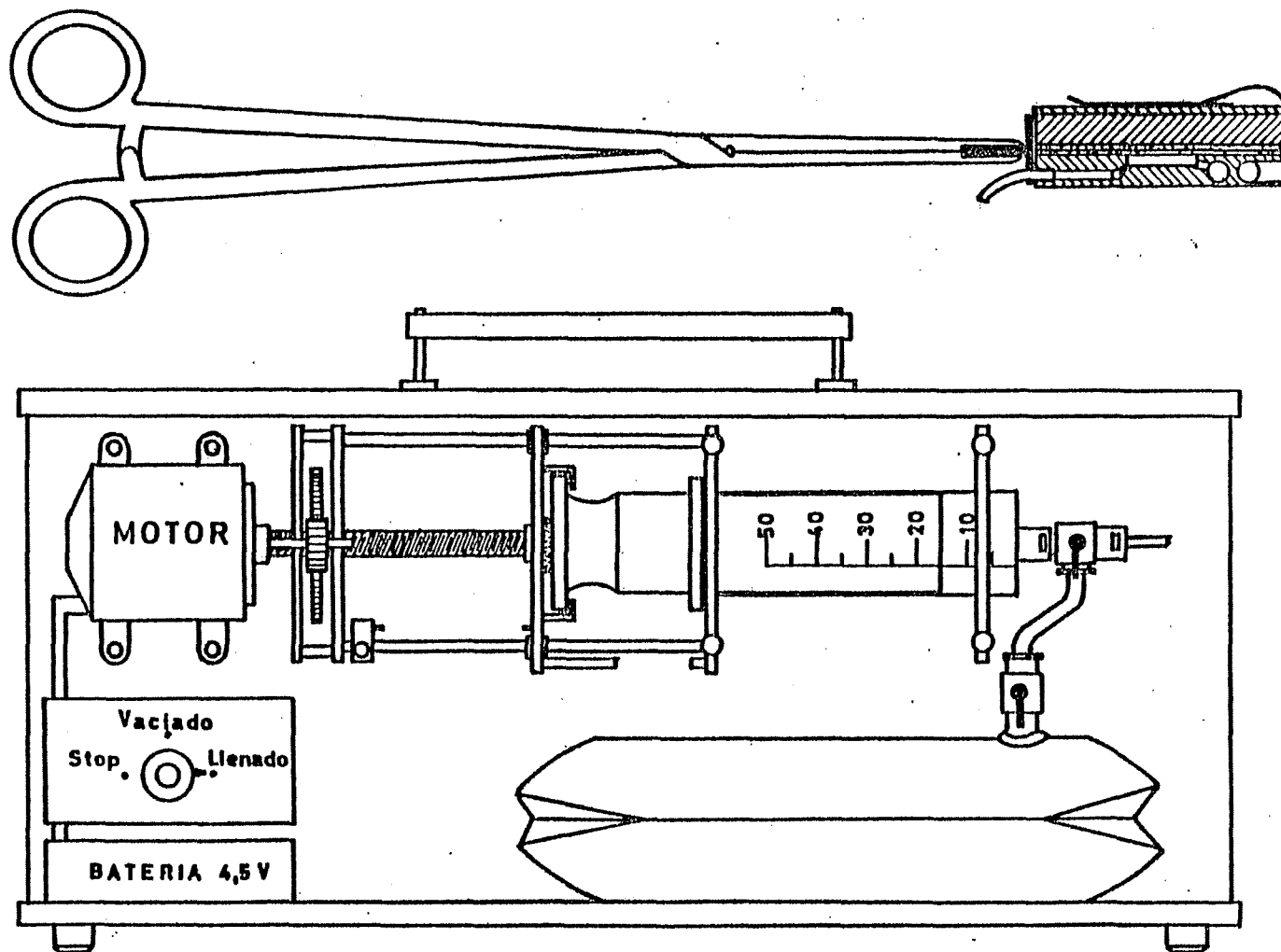


Fig. 7.- Conjunto del equipo dispensador del  $^{14}\text{CO}_2$  y de la cámara para determinación de la actividad fotosintética.

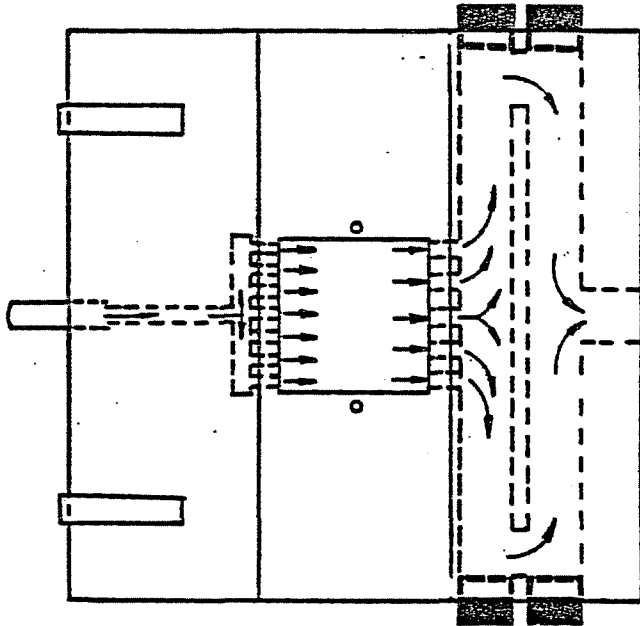
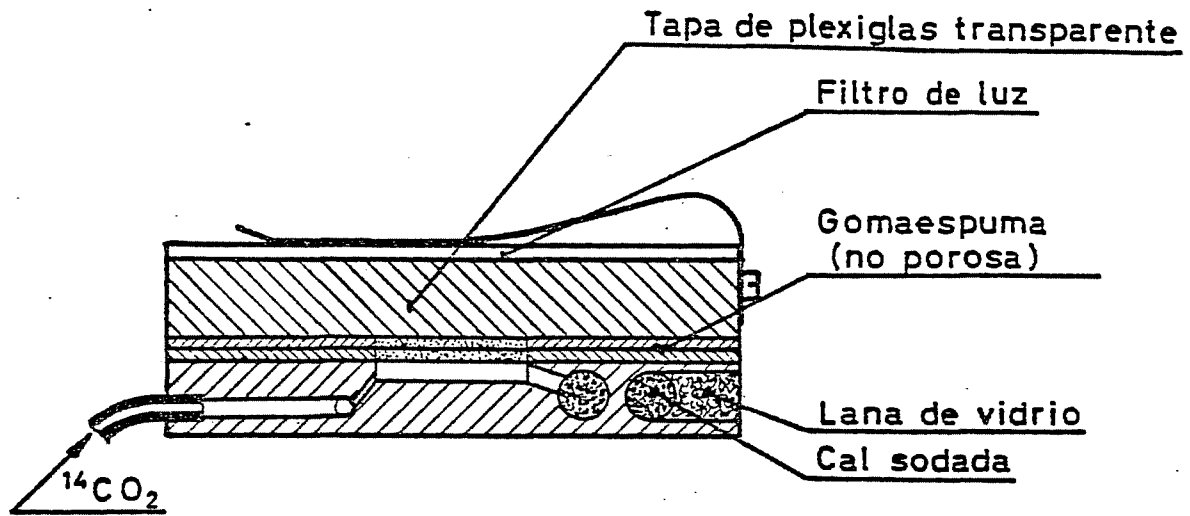


Fig. 8.- Vista en sección de la cámara de fotosíntesis realizada en metacrilato de metilo y esquema del camino recorrido por el aire al pasar a su través.

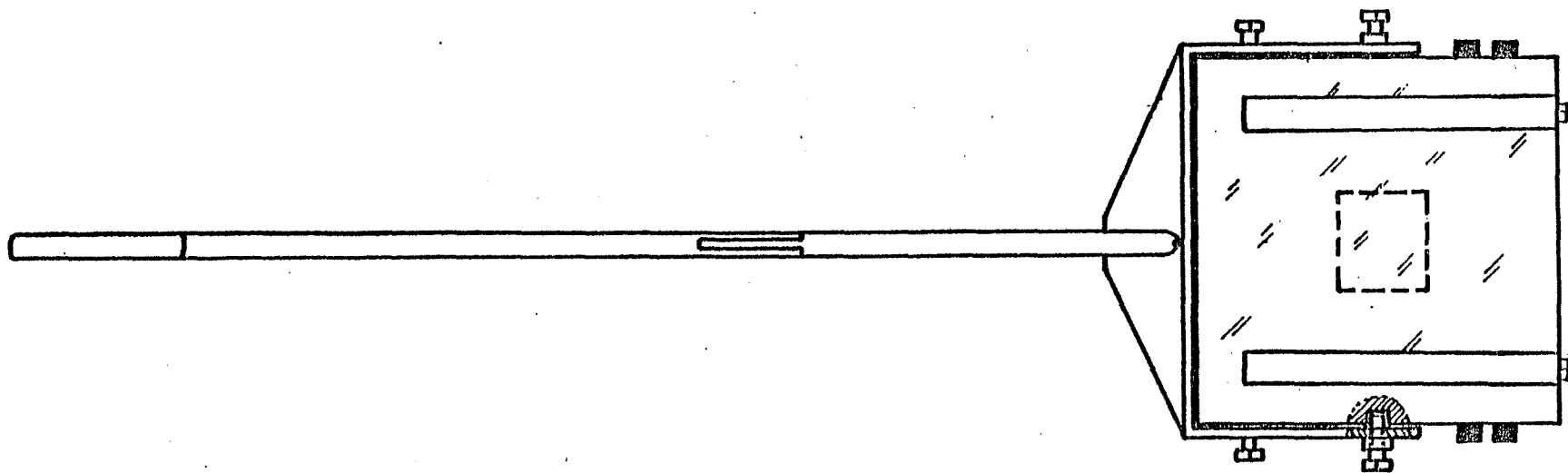
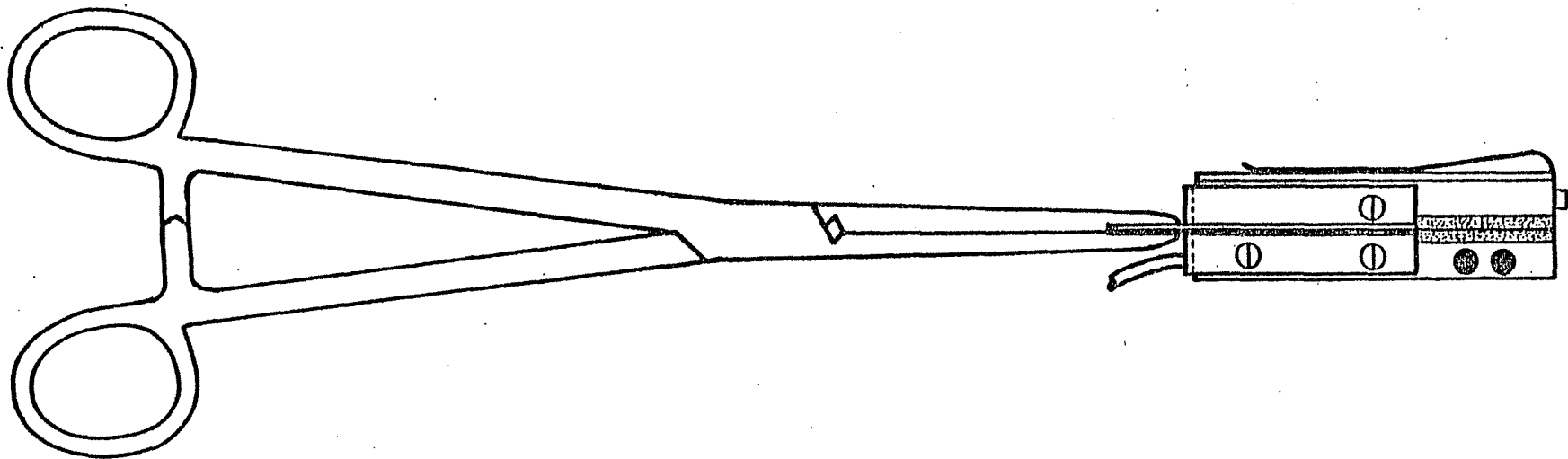


Fig. 9.- Visión de conjunto de la cámara de fotosíntesis y las pinzas de presión para su adaptación a la hoja.



J. E. N. 361

Junta de Energía Nuclear, Sección de Isótopos, Madrid.

"Equipo para determinar la actividad fotosintética en hojas de plantas superiores por medio de  $^{14}\text{CO}_2$ ".

FERNANDEZ GONZALEZ, J. (1977) 10 pp. 9 figs. 4 refs.

Se describe un equipo original para la determinación de la capacidad de fijación del anhídrido carbónico por las hojas de plantas superiores. El método está basado en hacer pasar una corriente de aire con anhídrido carbónico marcado con carbono-14, a través de una cámara que contiene la hoja cuya actividad fotosintética se va a evaluar. La determinación se realiza midiendo la cantidad de carbono-14 incorporado en la hoja. Se describe también un método de procesado del material vegetal para su contaje en centelleo líquido.

CLASIFICACION INIS Y DESCRIPTORES: C43. Plants. Photosynthesis. Leaves. Carbon 14 compounds. Isotope ratio. Carbon dioxide. Scintillation counting. Sample preparation

J. E. N. 361

Junta de Energía Nuclear, Sección de Isótopos, Madrid.

"Equipo para determinar la actividad fotosintética en hojas de plantas superiores por medio de  $^{14}\text{CO}_2$ ".

FERNANDEZ GONZALEZ, J. (1977) 10 pp. 9 figs. 4 refs.

Se describe un equipo original para la determinación de la capacidad de fijación del anhídrido carbónico por las hojas de plantas superiores. El método está basado en hacer pasar una corriente de aire con anhídrido carbónico marcado con carbono-14, a través de una cámara que contiene la hoja cuya actividad fotosintética se va a evaluar. La determinación se realiza midiendo la cantidad de carbono-14 incorporado en la hoja. Se describe también un método de procesado del material vegetal para su contaje en centelleo líquido.

CLASIFICACION INIS Y DESCRIPTORES: C43. Plants. Photosynthesis. Leaves. Carbon 14 compounds. Isotope ratio. Carbon dioxide. Scintillation counting. Sample preparation.

J. E. N. 361

Junta de Energía Nuclear, Sección de Isótopos, Madrid.

"Equipo para determinar la actividad fotosintética en hojas de plantas superiores por medio de  $^{14}\text{CO}_2$ ".

FERNANDEZ GONZALEZ, J. (1977) 10 pp. 9 figs. 4 refs.

Se describe un equipo original para la determinación de la capacidad de fijación del anhídrido carbónico por las hojas de plantas superiores. El método está basado en hacer pasar una corriente de aire con anhídrido carbónico marcado con carbono-14, a través de una cámara que contiene la hoja cuya actividad fotosintética se va a evaluar. La determinación se realiza midiendo la cantidad de carbono-14 incorporado en la hoja. Se describe también un método de procesado del material vegetal para su contaje en centelleo líquido.

CLASIFICACION INIS Y DESCRIPTORES: C43. Plants. Photosynthesis. Leaves. Carbon 14 compounds. Isotope ratio. Carbon dioxide. Scintillation counting. Sample preparation.

J. E. N. 361

Junta de Energía Nuclear, Sección de Isótopos, Madrid.

"Equipo para determinar la actividad fotosintética en hojas de plantas superiores por medio de  $^{14}\text{CO}_2$ ".

FERNANDEZ GONZALEZ, J. (1977) 10 pp. 9 figs. 4 refs.

Se describe un equipo original para la determinación de la capacidad de fijación del anhídrido carbónico por las hojas de plantas superiores. El método está basado en hacer pasar una corriente de aire con anhídrido carbónico marcado con carbono-14, a través de una cámara que contiene la hoja cuya actividad fotosintética se va a evaluar. La determinación se realiza midiendo la cantidad de carbono-14 incorporado en la hoja. Se describe también un método de procesado del material vegetal para su contaje en centelleo líquido.

CLASIFICACION INIS Y DESCRIPTORES: C43. Plants. Photosynthesis. Leaves. Carbon 14 compounds. Isotope ratio. Carbon dioxide. Scintillation counting. Sample preparation.

J. E. N. 361

Junta de Energía Nuclear, Sección de Isótopos, Madrid.

"System to determine leaf photosynthetic activity by means of  $^{14}\text{CO}_2$ ".

FERNANDEZ GONZALEZ, J. (1977) 10 pp. 9 figs. 4 refs.

A method to determine leaf photosynthetic activity is described.  $^{14}\text{CO}_2$  labeled air is produced from  $^{14}\text{CO}_3\text{Ba}$  and stored in a polyethylene balloon and supplied by means of an automatic dispenser to a perspex chamber inside of which is the leaf.

INIS CLASSIFICATION AND DESCRIPTORS: C43. Plants. Photosynthesis. Leaves. Carbon 14 compounds. Isotope ratio. Carbon dioxide. Scintillation counting. Sample preparation.

J. E. N. 361

Junta de Energía Nuclear, Sección de Isótopos, Madrid.

"System to determine leaf photosynthetic activity by means of  $^{14}\text{CO}_2$ ".

FERNANDEZ GONZALEZ, J. (1977) 10 pp. 9 figs. 4 refs.

A method to determine leaf photosynthetic activity is described.  $^{14}\text{CO}_2$  labeled air is produced from  $^{14}\text{CO}_3\text{Ba}$  and stored in a polyethylene balloon and supplied by means of an automatic dispenser to a perspex chamber inside of which is the leaf.

INIS CLASSIFICATION AND DESCRIPTORS: C43. Plants. Photosynthesis. Leaves. Carbon 14 compounds. Isotope ratio. Carbon dioxide. Scintillation counting. Sample preparation.

J. E. N. 361

Junta de Energía Nuclear, Sección de Isótopos, Madrid.

"System to determine leaf photosynthetic activity by means of  $^{14}\text{CO}_2$ ".

FERNANDEZ GONZALEZ, J. (1977) 10 pp. 9 figs. 4 refs.

A method to determine leaf photosynthetic activity is described.  $^{14}\text{CO}_2$  labeled air is produced from  $^{14}\text{CO}_3\text{Ba}$  and stored in a polyethylene balloon and supplied by means of an automatic dispenser to a perspex chamber inside of which is the leaf.

INIS CLASSIFICATION AND DESCRIPTORS: C43. Plants. Photosynthesis. Leaves. Carbon 14 compounds. Isotope ratio. Carbon dioxide. Scintillation counting. Sample preparation.

J. E. N. 361

Junta de Energía Nuclear, Sección de Isótopos, Madrid.

"System to determine leaf photosynthetic activity by means of  $^{14}\text{CO}_2$ ".

FERNANDEZ GONZALEZ, J. (1977) 10 pp. 9 figs. 4 refs.

A method to determine leaf photosynthetic activity is described.  $^{14}\text{CO}_2$  labeled air is produced from  $^{14}\text{CO}_3\text{Ba}$  and stored in a polyethylene balloon and supplied by means of an automatic dispenser to a perspex chamber inside of which is the leaf.

INIS CLASSIFICATION AND DESCRIPTORS: C43. Plants. Photosynthesis. Leaves. Carbon 14 compounds. Isotope ratio. Carbon dioxide. Scintillation counting. Sample preparation.