

Influencia de la iluminación sobre la actividad fotosintética de las hojas de vid cultivada en espaldera*

J. FERNANDEZ**, J. BALKAR***, L. H. MEYER***

ABSTRACT

Photosynthetic leaf activity in relation to light intensity was determined in grapevines cultivated as a trellis. It is concluded that only the two first leaf layers on each side of the trellis receive enough light to be photosynthetically active.—The authors

Introducción

EN las zonas en que las condiciones climatológicas favorecen un elevado desarrollo de la actividad vegetativa de la vid, se produce una gran cantidad de hojas que originan ensombrecimientos en la zona interna y como consecuencia las hojas poco iluminadas no pueden realizar la fotosíntesis con pleno rendimiento. Aunque este hecho es conocido por los viticultores, en general, existe la creencia de que "a más hojas, más fruto", sin tener en cuenta que esta aseveración es cierta siempre que todas las hojas sean productivas, para lo cual deben estar iluminadas convenientemente.

Con objeto de estudiar la relación existente entre la actividad fotosintética y la iluminación recibida por las hojas de vid, se emprendió el presente trabajo en el que se utilizó el carbono-14 como trazador.

La experiencia se realizó en Uruguay en un viñedo de la variedad "Harriague" ('Tannat') conducido según la modalidad de espaldera de 2,2 m de altura.

Debido a la altura de la espaldera y a la abundancia de follaje existente, las hojas de las diferentes partes estaban sometidas a una iluminación muy desigual como se demuestra en el Cuadro 1. Tanto en la cara que quedaba expuesta al sol como en la que quedaba sombreada, se podían distinguir tres niveles de localización para las hojas según la profundidad a que se encontrasen (exterior, subexterior e interior) (Fig. 1).

En este trabajo se estudió el efecto de sombreado sobre la actividad fotosintética, tanto en las hojas de la zona externa como en las de la zona interna.

Material y métodos

La actividad fotosintética de las hojas de vid se determinó por medio de una microcámara de metacrilato de metilo que se adapta perfectamente a las hojas por medio de unas pinzas de presión (Fig. 2). Por el interior de la microcámara se hace fluir una corriente de aire con anhídrido carbónico marcado con carbono-14 que pasa por el envés de la zona de hoja en la que se quiere determinar su actividad fotosintética. El flujo

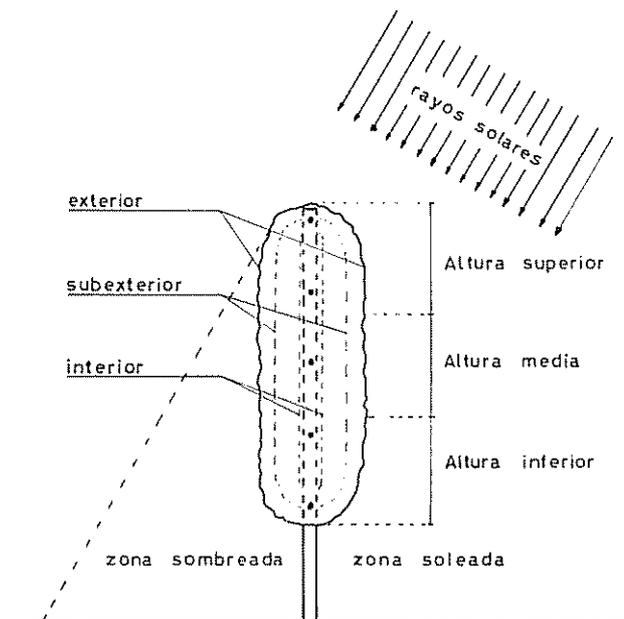


Fig. 1.—Representación esquemática de las diferentes zonas de localización de las hojas en la espaldera.

* Recibido para la publicación el 12 de agosto de 1976

** Experto del Organismo Internacional de Energía Atómica (O.I.E.A.), Junta de Energía Nuclear, Isótopos, Apartado 3055, Madrid 3, España

*** Profesor, Instituto de Vitivinicultura, Las Piedras (Canelones), Uruguay

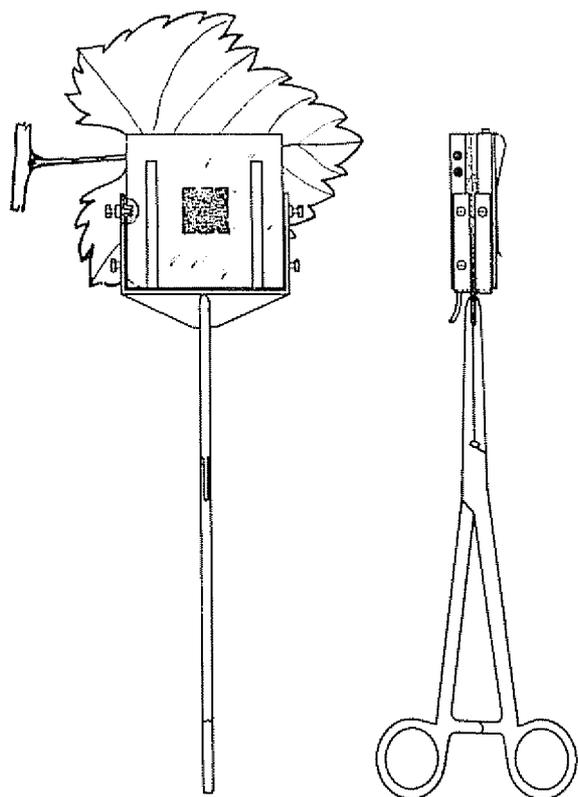


Fig. 2.—Esquema de la microcámara utilizada para determinación de la actividad fotosintética en hojas, por medio de una corriente de aire con anhídrido carbónico marcado con carbono-14.

de aire constante durante un tiempo fijo (15 segundos) se logra por medio de un equipo dispensador en el que el émbolo de una jeringa es accionado mecánicamente por un motor que funciona con una corriente estabilizada procedente de una batería de 4,5 V. (Fig. 3). La producción del anhídrido carbónico marcado se realiza a partir de carbonato de bario marcado con carbono-14, al que se hace reaccionar con ácido láctico 2N. En las experiencias realizadas se utilizó un carbonato de bario de una actividad específica de 4 mCi/mmol siendo la concentración del anhídrido carbónico en el aire inyectado de 300 ppm. En cada experiencia se producía el volumen de aire que se iba a necesitar en todas las repeticiones y se almacenaba en un balón de plástico a la presión atmosférica (2).

El efecto de la intensidad luminosa sobre la actividad fotosintética de las hojas de la zona externa de la espaldera se estudió utilizando filtros de oscurecimiento (Kodak-Wratten) que se colocaban sobre la cámara que contenía la hoja.

Las intensidades luminosas en cada una de las zonas de la espaldera se determinaron con un luxómetro portátil (Pan-lux). En cada una de estas zonas se determinó la actividad fotosintética en función de la iluminación natural que recibían.

Una vez efectuada la asimilación del carbono-14 por la hoja, durante 15 segundos de exposición, se toma

una muestra de la zona marcada y se fija por calor inmediatamente. El conteo de la radiactividad de la muestra se realiza en centelleo líquido tras su procesado, el cual se verificará digiriendo el material con ácido nítrico (35 por ciento) durante 5 horas a 90°C y añadiendo posteriormente un centelleador adecuado (Instagel de Packard da muy buenos resultados).

A partir de las desintegraciones por minuto (d.p.m.) obtenidas en el conteo, se determina la actividad fotosintética teniendo en cuenta la actividad específica del anhídrido carbónico marcado, la superficie foliar procesada y el tiempo de fotosíntesis. Los resultados se expresan en mg de azúcar fijado por dm² de superficie foliar y por hora, suponiendo que cada milimol de carbono fijado equivale a 30 mg de azúcar.

Resultados

Iluminación de las distintas zonas de la espaldera

En el Cuadro 1 se expresa la iluminación que reciben las distintas hojas de la vid según su localización. Las determinaciones se realizaron en días despejados en que la iluminación a pleno sol era de 120 × 10³ lux. Se consideró tanto la zona expuesta a la luz como

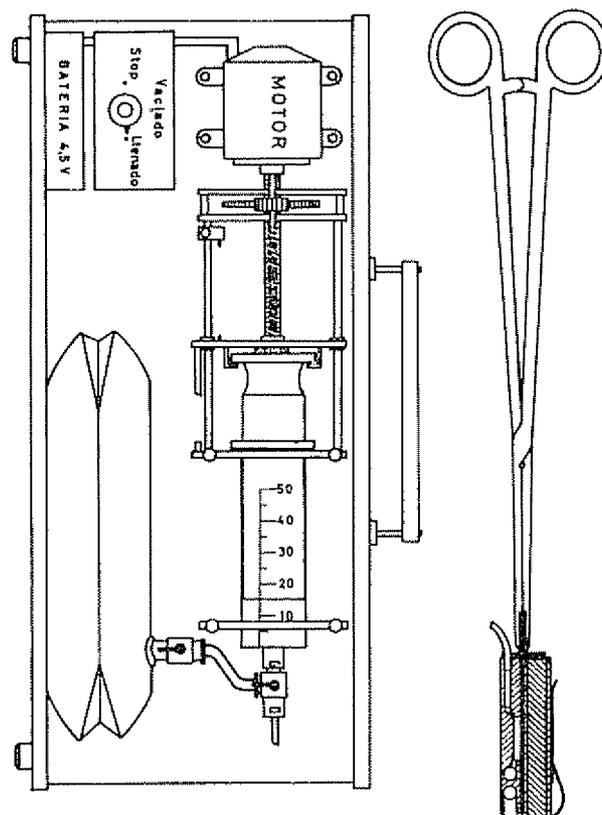


Fig. 3.—Esquema del equipo dispensador del aire marcado con carbono-14 para determinaciones de la actividad fotosintética.

Cuadro 1.—Iluminación recibida por las diferentes hojas de vid según su localización en la espaldera.

Exposición	Localización	Exterior		Subexterior		Interior	
	Altura	Lux	%	Lux	%	Lux	%
Zona soleada	Superior	120 000	100,0	9 000	7,5	2 000	1,7
	Media	120 000	100,0	4 000	3,3	700	0,6
	Inferior	120 000	100,0	4 000	3,3	200	0,2
Zona sombreada	Superior	15 000	12,5	7 400	6,2	1 600	1,3
	Media	6 000	5,0	2 000	1,7	400	0,3
	Inferior	4 000	3,3	800	0,17	160	0,1

la parte que quedaba en la sombra. Según se pudo comprobar, una hoja adulta absorbe más del 90 por ciento de la radiación incidente.

Actividad fotosintética de las hojas de la parte externa de la espaldera, en función de la iluminación que reciben

El efecto de diversas intensidades luminosas, conseguido con filtros de oscurecimiento, sobre la fijación del anhídrido carbónico por parte de las hojas de la zona externa de la espaldera se presenta en el Cuadro 2. Todas las experiencias se realizaron en verano, a medio día y con pleno sol.

Cuadro 2.—Relación entre la iluminación y la actividad fotosintética de hojas de vid situadas en la parte externa de la espaldera. Las distintas intensidades luminosas se consiguieron por medio de filtros de oscurecimiento.

Iluminación		Actividad fotosintética	
Luxes	%	mg azúcar dm ⁻² h ⁻¹	%
120 000	100,0	9,93	100,0
68 000	56,7	9,78	98,5
32 000	26,7	5,82	58,6
12 400	10,3	3,66	36,9
1 360	1,1	0,10	1,0

Actividad fotosintética de las distintas hojas según su situación en la espaldera

En el Cuadro 3 se detallan los resultados de la fijación del anhídrido carbónico en las distintas hojas según la iluminación que les llega al sitio que ocupan en la espaldera. También se expresa la actividad fotosintética de las hojas situadas en la zona interior al ser expuestas a una intensidad luminosa máxima.

Discusión y conclusiones

Según se aprecia en los resultados anteriores, la saturación lumínica en las hojas externas de la vid, en

Cuadro 3.—Actividad fotosintética de las hojas de vid según la posición que ocupan en la espaldera y la iluminación que reciben.

Localización de la hoja	Iluminación		Actividad fotosintética	
	Luxes	%	mg azúcar dm ⁻² h ⁻¹	%
Exterior (sol)	120 000	100,0	9,93	100,0
Exterior (sombra)	15 000	12,5	4,00	40,3
Subexterior (sol)	9 000	7,5	3,23	32,5
Subexterior (sombra)	6 000	5,0	1,80	18,1
Interior (sol)	1 000	0,8	0,22	2,2
Interior (sombra)	500	0,4	—	—
Interior sombra*	120 000	100,0	1,09	11,0

* Se trata de hojas situadas en la zona interior pero que se expusieron a pleno sol en el momento de realizar la determinación de la actividad fotosintética.

nuestra experiencia, se alcanza alrededor de los 68×10^3 lux. Según Kriedemann y Smart (4) el valor del punto de saturación lumínica para la vid depende de la variedad y también de las condiciones de iluminación a que se encuentre sometido el cultivo. El valor obtenido en nuestro trabajo es análogo al obtenido por Kriedemann y Smart (4) para la variedad 'Sultana' cultivada en el campo ya que 68×10^3 lux equivalen a unos $252 \text{ w} \times \text{m}^{-2}$. Bouard y Pouget (1) dan en su obra de revisión (5 p. 301) un valor medio de 25×10^3 lux para el punto de saturación lumínica de las hojas de vid, el cual es sensiblemente inferior al obtenido en nuestra experiencia para las hojas expuestas a pleno sol; tal vez este valor esté referido a plantas cultivadas en condiciones de menor iluminación.

Según el valor obtenido por nosotros, cuando las nubes produzcan un apantallamiento tal que la intensidad luminosa se reduzca en más del 50 por ciento, disminuirá la actividad fotosintética de las hojas de la zona externa.

Respecto a la iluminación de las hojas interiores se observa claramente que la intensidad luminosa se reduce considerablemente y que únicamente producen fotosíntesis neta positiva, las hojas de la capa subexterior con iluminación superior a los 5×10^3 lux. Según diversos autores (1, 3, 5), el consumo de azúcares por efecto de la respiración mitocondrial en las hojas de vid, oscila entre 1 y $1,5 \text{ mg dm}^{-2} \text{ h}^{-1}$, por lo que se deduce que las hojas de la zona interna consumen más que producen. Además, estas hojas están adaptadas a la baja iluminación y como consecuencia, tienen un punto de saturación más bajo que las hojas del exterior, lo cual indica que en el caso de que hubiera necesidad de efectuar operaciones de deshojado, sería preferible quitar las hojas del interior en lugar de las de la zona externa.

Resumiendo se podría concluir que a la vista de los resultados obtenidos, para un cultivo en espaldera no es aconsejable conducir la plantación de manera tal que existan más de dos planos foliares a cada lado de la espaldera (cuatro en total) ya que si hubiera más planos foliares, las hojas del interior serían 'parásitas' de las de la zona externa por no estar suficientemente iluminadas.

NOTAS Y COMENTARIOS

Conferencia Internacional de Cacao en Venezuela

Se ha recibido el primer anuncio de la VI Conferencia Internacional de Investigación de Cacao, que se realizará en Caucagua, Venezuela, en la primera mitad de noviembre de 1977. El certámen está auspiciado por la Alianza de Países Productores de Cacao, con sede en Lagos, Nigeria, y por el Gobierno de Venezuela.

El tema central será la necesidad de medios mejorados de lucha contra las enfermedades y plagas del cacao. Los trabajos de los participantes se presentarán en plenarios de ocho

Resumen

Se determina la iluminación que reciben las distintas hojas, según su localización, en un cultivo de vid conducido en espaldera de 2,2 m de altura y se estudia la actividad fotosintética de las hojas en función de la iluminación. Se llega a la conclusión de que solamente los dos primeros planos de hojas de cada lado de la espaldera tienen una fotosíntesis neta positiva.

Agradecimiento

El presente trabajo fue realizado en los viñedos del Instituto de Vitivinicultura de la Universidad de Trabajo del Uruguay, como parte del Proyecto de Asistencia Técnica URU/5/05 del Organismo Internacional de Energía Atómica, en colaboración con la Junta de Energía Nuclear de España. Los autores agradecen las facilidades recibidas por parte de las citadas Instituciones.

Literatura citada

1. BOUARD, J y POUGET, R. *Physiologie generale de la vigne*. In Ribereau-Gayon, J y Peynaud, E eds. *Sciences et techniques de la vigne*. Paris, Dunod, 1971. Col. 224-328, Tom I.
2. FERNANDEZ, J. A simple laboratory field system to determine photosynthetic activity in plants by means of $^{14}\text{CO}_2$. VI-th Annual Meeting of the European Society of Nuclear Methods in Agriculture, Cadarache, France, Sept. 1975.
3. KRIEDEMANN, P. E. Photosynthesis in vine leaves as a function of light intensity, temperature and leaf age. *Vitis* 7:213-220. 1968.
4. ——— y SMART, R. E. Effects of irradiance temperature and leaf water potential on photosynthesis of vine leaves. *Photosynthetica* 5:6-15. 1971.
5. POSSINGHAM, J. V. Aspects of the physiology of grape vines. In Luckwill, L. C. y Cutting, C. V., eds. *Physiology of tree crops*. London, Academic Press, 1970. pp. 335-349.

secciones que versarán sobre genética y mejoramiento; plagas; enfermedades; agronomía; fisiología y regeneración; transformación y utilización; economía de la producción; métodos y técnicas de extensión; y misceláneos.

Los manuscritos completos se deberán remitir antes del 1º de junio de 1977 a: The Secretary-General, Cocoa Producers' Alliance, P.O. Box 1718, Lagos, Nigeria. Los compendios, de no más de 250 palabras deberán enviarse antes del 1º de abril a: Ing. Humberto Reyes, Director, Estación Experimental de Caucagua, Caucagua, Edo. de Miranda, Venezuela.

El Ing. Reyes contestará también consultas sobre alojamientos y condiciones en Venezuela.