

EL ARQUEADO DE TALLOS EN CULTIVO DE ROSAS: SU PAPEL EN LOS INTERCAMBIOS GASEOSOS A ESCALA DEL CULTIVO

Gutiérrez, R.P.¹; González-Real, M.M.²; Baille, A.²

¹Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias.(IVIA) .Apartado Oficial. 46113 Moncada, Valencia, España.

²Universidad Politécnica de Cartagena. ETSIA, Area Ingeniería Agroforestal.Paseo Alfonso XIII, nº44. 30203 Cartagena, España.

Resumen

Se ha estudiado la influencia del arqueado de tallos (técnica del “pulmón”) en la tasa de transpiración (E) y en la capacidad fotosintética (A_{lm}) de un cultivo de rosas (*Rosa hybrida* cv. Dallas) sin suelo bajo invernadero. E se evaluó por medio de una balanza electrónica en plantas desarrolladas y en plantas con tallos arqueados. A_{lm} se midió, en hojas adultas, a saturación de luz en diferentes estratos foliares del tallo floral y del pulmón. Los resultados muestran que el pulmón juega un papel preponderante en la tasa de transpiración del cultivo. La contribución del tallo floral y del pulmón a la transpiración del cultivo era muy similar ([~]50%). Se ha observado una disminución de A_{lm} desde las hojas de la cima del tallo floral ($16.4 \mu\text{molCO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$) hasta las hojas del pulmón, llegando a valores muy bajos en los tallos arqueados más viejos ($6 \mu\text{molCO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$). El papel que juega la superficie foliar del pulmón en la fotosíntesis del cultivo (contribución [~]30 %) es de menor alcance que el que ejerce en la tasa transpiración, lo que indica que posee una menor eficiencia de uso del agua que el tallo floral. Por otro lado, los resultados sugieren que los tallos del pulmón deben renovarse con frecuencia, debido a una disminución drástica de A_{lm} con la edad y con el sombreo mutuo entre las hojas.

Palabras clave: *Rosa hybrida* cv. Dallas, arqueado, tasa de transpiración, capacidad fotosintética.

Abstract

The effect of shoot bending on leaf photosynthetic capacity (A_{lm}) and transpiration rate (E) was studied in a rose crop (*Rosa hybrida* cv. Dallas) growing under greenhouse conditions. E was evaluated by means of an electronic balance supporting the plants. A_{lm} was measured at saturating light on mature leaves located at different layers along the flower stem and bent shoots. The results show that the foliage of the bent shoots plays an important role on the whole canopy transpiration. The contribution of the flower stem and bent shoots to the whole canopy transpiration rate was very similar ([~]50%). It was observed a continuous decrease of A_{lm} from the leaves of the top layer ($16.4 \mu\text{molCO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$) to the leaves of the bent shoots, mainly in the oldest bent shoots ($6 \mu\text{molCO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$). The role performed by the bent shoots on whole canopy photosynthesis (contribution [~]30%) is minor than their role on canopy transpiration, indicating that their leaves have a lower water use efficiency than the leaves of the flower stem. The results suggest that the oldest bent shoots should be renewed at regular intervals.

1. Introducción

En una especie perenne como el rosal comienza un nuevo ciclo de crecimiento después de cada cosecha. Los sucesivos ciclos de crecimiento de tallos que se generan con la poda, a lo largo de la vida de la planta, promueven la formación de una masa foliar de hojas jóvenes cuya actividad fotosintética mantiene el crecimiento del arbusto y de las raíces, al igual que su propio crecimiento. Esto implica que la gestión de la arquitectura de la planta tiene una influencia importante en la producción de tallos florales, determina, en gran parte, la duración de la vida de la planta (Kool y col., 1997) y permite controlar su desarrollo, al igual que la calidad de los tallos florales. En condiciones de cultivo intensivo bajo invernadero, se puede distinguir entre dos tipos de manejo de la arquitectura del rosal:

(i) el manejo tradicional de la arquitectura, donde las plantas se mantienen con una estructura de porte relativamente alto por medio de técnicas clásicas de poda, asociadas o no a técnicas de desbotonado y desyemado.

(ii) la técnica del “pulmón” de hojas, que ha ido sustituyendo progresivamente a la poda clásica en los cultivos de rosas sin suelo (Domínguez, 1997). Esta técnica, muy extendida en la actualidad, consiste en arquear los tallos que tienen escaso valor comercial (tallos ciegos y tallos finos), dando lugar a un arbusto de estructura media-baja, en el que se forma una masa foliar o “pulmón” de hojas (Fig. 1). Los resultados experimentales son por ahora limitados y resaltan el impacto de esta técnica en la calidad de los tallos florales, sin que haya un consenso acerca de su influencia en la productividad (Morisot, 1997).

El papel fisiológico del pulmón no está todavía completamente elucidado. A la vista de los trabajos de investigación disponibles en la literatura se puede, sin embargo, considerar que el pulmón ejerce una influencia positiva en el balance de carbono y en las reservas de asimilados de la planta y permite mejorar la calidad de la producción de tallos florales. La planta dispone de una masa foliar suplementaria que se renueva continuamente. Los estratos foliares superiores del pulmón, formados por hojas jóvenes, poseen una capacidad fotosintética elevada y constituyen una fuente de asimilados para el crecimiento de los tallos florales. Esta masa suplementaria permite también un mejor aprovechamiento de la radiación solar incidente, dado que el espacio entre las líneas de cultivo está prácticamente cubierto por el pulmón. Otra consecuencia del aumento de superficie foliar es el incremento de la tasa de transpiración, con repercusiones positivas sobre el nivel de temperatura y de la humedad del aire dentro del invernadero en período de calor. En condiciones estivales, este incremento de la tasa de transpiración permite una mayor capacidad de enfriamiento del invernadero.

En lo que sigue, se presenta un análisis detallado del papel que ejerce el pulmón en el comportamiento fisiológico del rosal (tasa de transpiración y de fotosíntesis), con el fin de poder evaluar las repercusiones de esta técnica de cultivo sobre el clima del invernadero. Este punto tiene especial relevancia en los aspectos que atañen el control climático, especialmente en la problemática de enfriamiento de los invernaderos en periodo estival (Baille, 1999).

2. Materiales y métodos

2.1. Invernadero y material vegetal

El invernadero de plástico, situado en el Sudeste de España (Valencia, 39°30' N, 0°24' E), estaba orientado E-W. El sistema de ventilación era cenital, controlado por automatismo, con acción sobre la apertura de una ventana orientada al Sur. La consigna de apertura de la ventana se fijó para una temperatura del aire de 25°C. Un sistema de nebulización

intervenía, durante el período primavera-verano, cuando la humedad relativa del aire era inferior al 60%.

Se utilizaron plantas de rosal (*Rosa hybrida* cv. Dallas) injertadas en *Rosa manetti*. Durante los primeros meses que siguieron a la plantación, se fue formando la estructura de las plantas por la técnica del arqueado de tallos. Los rosales se plantaron en dos sistemas de cultivo diferentes con un total de cinco líneas de plantación, separadas 1 m, y una densidad de 6 plantas/m²suelo:

(i) un sistema hidropónico (NFT, Nutrient Film Technique), con una línea de cultivo situada en el centro del invernadero, donde se determinó la transpiración del cultivo.

(ii) un sistema de cultivo sin suelo (perlita) con cuatro líneas de plantación y riego por goteo.

En ambos sistemas se utilizó una solución nutritiva de composición estándar (Brun y Tramier, 1988), con valores de pH y de electroconductividad que variaban dentro del rango 5.5-6.0 y 1.5-2.0 mS cm⁻¹, respectivamente.

2.2. Medida de la transpiración

La tasa de transpiración se determinó en el sistema NFT, por medio de una balanza electrónica que medía la variación de peso de la solución nutritiva. La contribución de las hojas del pulmón a la tasa de transpiración global del cultivo se evaluó durante el verano 1998, después de someter el cultivo (IF - 3) a una poda severa, limitando la superficie foliar a las hojas de los tallos del pulmón (IF - 1.2).

2.3. Medida de la fotosíntesis

Las medidas de asimilación neta de CO₂, A₁ (μmolCO₂m⁻²s⁻¹), se llevaron a cabo con un sistema portátil cerrado para medida de fotosíntesis (LI-6200, LICOR Inc., USA). Las medidas de A₁ se tomaron en hojas adultas situadas en seis estratos foliares diferentes (Fig. 1).

3. Resultados

3.1. Transpiración

La Fig. 2 compara la tasa de transpiración del cultivo (IF -3) con la tasa de transpiración de las hojas del "pulmón" (IF -1.2) en condiciones similares de radiación solar, temperatura e higrometría del aire. Puede observarse que la tasa de transpiración del pulmón representa, aproximadamente, un 50 % de la tasa de transpiración del cultivo.

La contribución de los estratos foliares 1-6 a la transpiración global del cultivo (Fig. 3) se ha estimado utilizando la ecuación de Penman-Monteith (Monteith, 1973), aplicada a cada estrato. Los resultados de la simulación son coherentes con las medidas, indicando que la contribución del pulmón (estratos 5 y 6) a la transpiración del cultivo es similar a la del conjunto del resto de los estratos foliares (Fig. 4).

3.2. Fotosíntesis

Las medidas de los perfiles de asimilación neta, A₁, de hojas adultas, realizadas en los diferentes estratos foliares del tallo floral y del pulmón a saturación de luz, A_{lm}, se han utilizado para evaluar la capacidad fotosintética de la planta. Se ha observado una disminución continua de A_{lm} desde las hojas situadas en la cima de la planta (estrato 1) hasta las hojas del pulmón. A lo largo del tallo floral, A_{lm} disminuye desde el estrato 1 (16.4 ±2.1 mmolCO₂m⁻²s⁻¹) hasta el estrato 4 (11.0 ±3.1 mmolCO₂m⁻²s⁻¹). La capacidad fotosintéti-

ca más baja corresponde a las hojas del estrato 6, las más adultas del pulmón ($5.8 \pm 2.4 \mu\text{molCO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$).

Esta disminución de la capacidad fotosintética (Fig. 5) está ligada, en gran parte, a una disminución del contenido en nitrógeno de las hojas al interior de la vegetación; las hojas de la cima de la planta (estrato 1) contienen un nivel más elevado de nitrógeno que las hojas de los estratos inferiores (González-Real y Baille, 2000 a).

La contribución del pulmón a la tasa de fotosíntesis a escala del cultivo se ha estimado con un modelo de fotosíntesis (Thornley, 1976), aplicado a cada uno de los estratos foliares. Los resultados de estas estimaciones se presentan en las figuras. 7 y 8. Se puede estimar en, aproximadamente, un 30% la aportación de las hojas del pulmón a la tasa de fotosíntesis del cultivo. Sin embargo, su papel en la tasa global de fotosíntesis, aunque es relativamente importante, es de menor alcance que el que juega a nivel de la transpiración. Se puede deducir que las hojas que forman el pulmón poseen una menor eficiencia del uso del agua que las hojas del tallo floral, debido a su menor capacidad fotosintética.

4. Discusión

Los resultados indican que la técnica del arqueado de tallos o “pulmón” ejerce una influencia positiva sobre el comportamiento fisiológico del cultivo. La presencia de tallos arqueados, de escaso valor comercial y con una superficie foliar importante, permite incrementar de manera significativa los flujos fisiológicos. La contribución del pulmón a la tasa de transpiración del cultivo es del orden de 50% y contribuye en un 30 % a su tasa de fotosíntesis. El incremento que cabe esperar, tanto a nivel de las reservas de asimilados de la planta como a nivel de la absorción mineral, puede promover el crecimiento de los tallos basales y de los tallos florales, que representan una fuerte demanda en asimilados en su fase inicial de desarrollo. El pulmón actúa como “fuente” de asimilados durante las fases críticas de formación del tallo floral. Esto explica que se alcance una mejor calidad de los tallos florales con la técnica del pulmón (tallos más largos y de mayor diámetro) (Morisot, 1997).

Otra conclusión interesante es que cuando se mantiene el pulmón con una superficie foliar elevada se puede aumentar de forma significativa la transpiración del cultivo, respecto a la de un cultivo con poda tradicional. Esta técnica permitirá, en áreas de clima cálido y seco como las regiones Mediterráneas, un nivel de enfriamiento y de humidificación del ambiente del invernadero más eficaz durante el período estival. Esto es debido al nivel elevado de la transpiración de las hojas del pulmón, que actúa como fuente de vapor de agua del aire del invernadero. Un doblamiento de la superficie foliar induce un aumento de la transpiración, que permite aliviar las situaciones de estrés bajo invernadero durante el período estival (Gonzalez-Real y Baille, 2000 b).

Los resultados sobre la tasa de fotosíntesis de las hojas del pulmón confirman también la necesidad de renovar los tallos del pulmón a intervalos regulares, cada 2 ó 3 meses (Domínguez, 1997).

Reconocimientos

Los autores agradecen al Ministerio de Educación y Cultura español la concesión de una beca predoctoral a R.P. Gutiérrez y la financiación de este estudio a través de un proyecto CICYT (ref.: TAP96-1090-C04-02).

Referencias

Baille A. 1999. Greenhouse structure and equipment for improving crop production in mild winter climates. *Acta Horticulturae*, 491, 37-47.

Brun R. Tramier P.H., 1988. Culture de rosier sur laine de roche, *PHM-Revue Horticole*, 289: 43-51.

Domínguez M., 1997. Técnica del pulmón en rosal, *Horticultura*, 123: 15-17.

González-Real M.M. y Baille A., 2000 (a). Changes in leaf photosynthetic parameters with leaf position and nitrogen content within a rose plant canopy (*Rosa hybrida*), *Plant, Cell and Environment*, 23: 351-363.

González-Real M.M. y Baille A., 2000 (b). Simulating the physiological behaviour of a greenhouse rose crop in response to climate manipulations by means of a model including physical and physiological feedbacks. A parecer in *Acta Horticulturae*.

Kool M.T.N., De Graaf R. y Rou-Haest C.H.M., 1997. Rose flower production as related to plant architecture and carbohydrate content: Effect of harvesting method and plant type, *Journal of Horticultural Science*, 72: 623-633.

Monteith J.L., 1973. *Principles of Environmental Physics*. Contemporary Biology. (ed. Edward Arnold), 241 pp.

Morisot A., 1997. La "pelote" ou "conduite japonaise" du rosier: moins de rendement, plus de qualité, *PHM-Revue Horticole*, 386: 22-25.

Thornley J.H.M., 1976. *Mathematical models in plant physiology*. A quantitative approach to problems in plant and crop physiology, London UK. Academic Press.

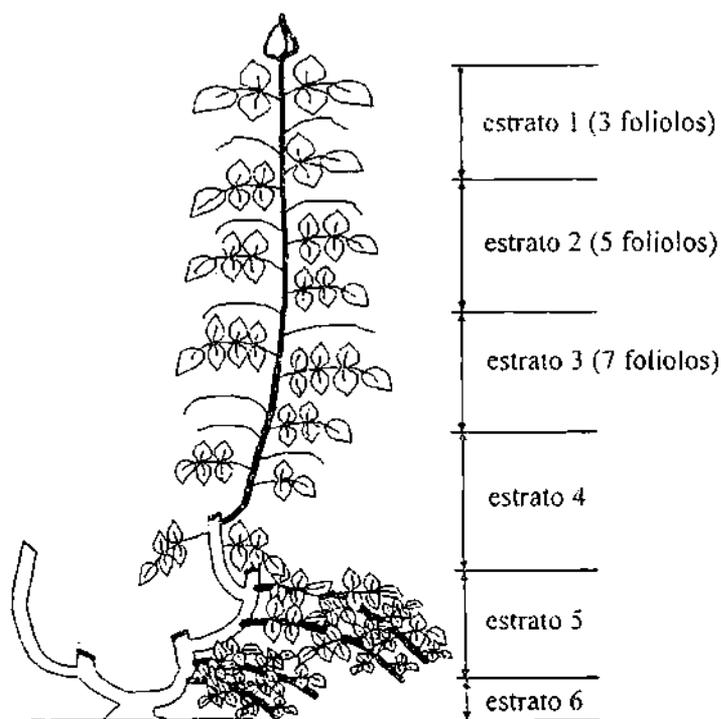


Figura 1: Representación esquemática de una planta de rosal conducida por la técnica del arqueado de tallos o "pulmón" ("pulmón" = estratos 5 y 6).

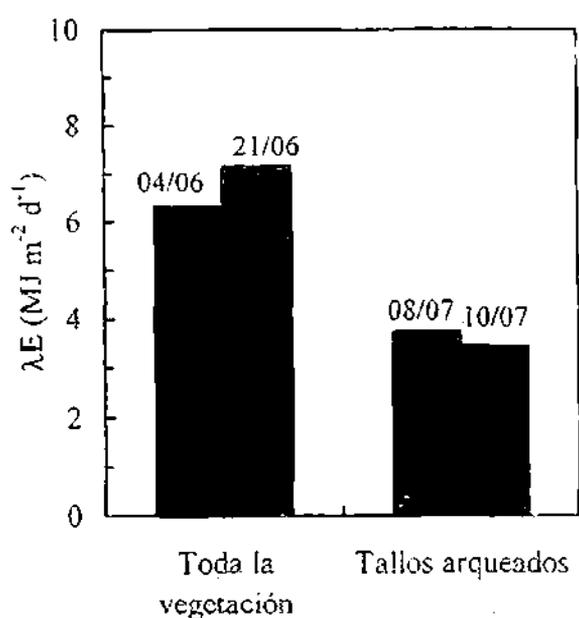


Figura 2. Valores diarios de la tasa de transpiración del cultivo y de los tallos arqueados (por m²suelo), en condiciones similares de radiación global solar (-13 MJ m⁻² día⁻¹), temperatura (-27 °C) e higrometría del aire (-55 %). Cultivo: IF- 3, "pulmón": IF-1.2.

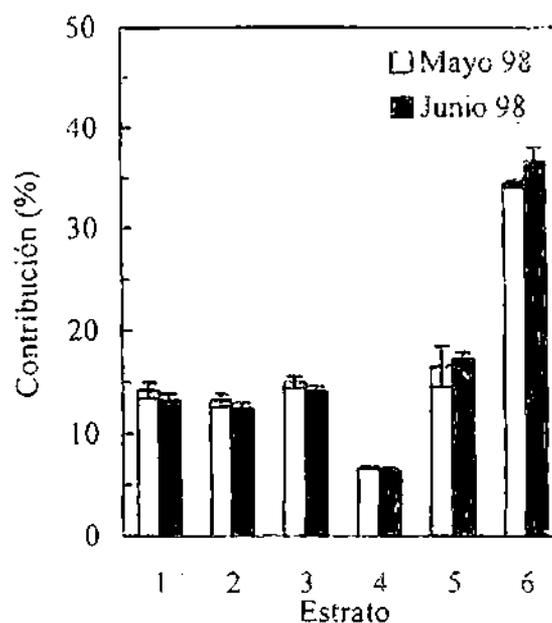


Figura 3. Contribución de cada estrato foliar (1-6) a la tasa de transpiración del cultivo (por m²suelo), estimada a partir de la ecuación de Penman-Monteith. Mayo y Junio de 1998.

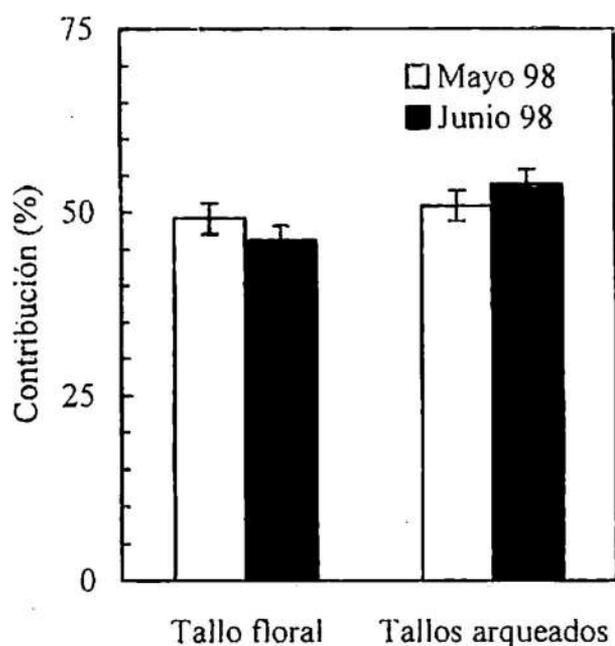


Figura 4. Contribución del tallo floral y del "pulmón" a la transpiración del cultivo (por m²suelo), estimada a partir de la ecuación de Penman-Monteith. Mayo y Junio de 1998.

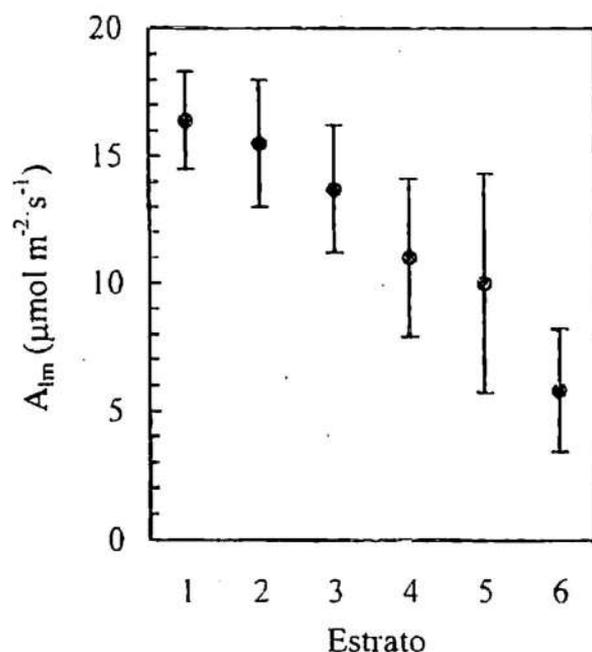


Figura 5. Valores medios de Alm en cada estrato foliar, obtenidos en Marzo. Las barras verticales representan la desviación estándar.

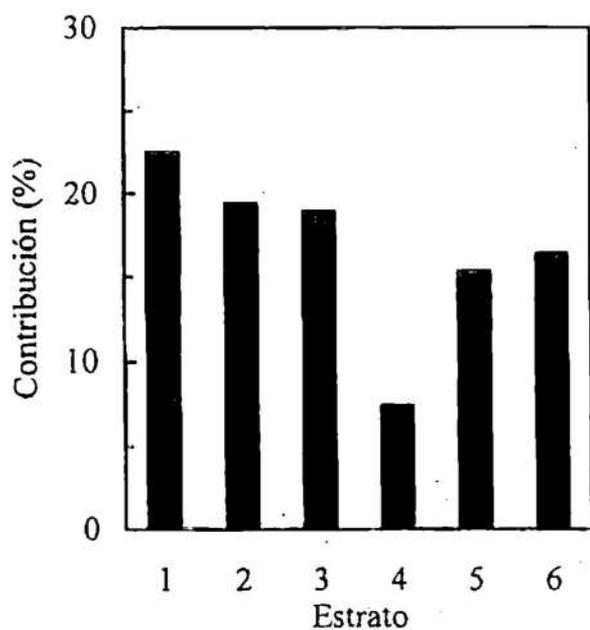


Figura 6. Contribución de los estratos foliares (1-6) a la tasa de fotosíntesis a escala del cultivo (estimado por el modelo de Thornley).

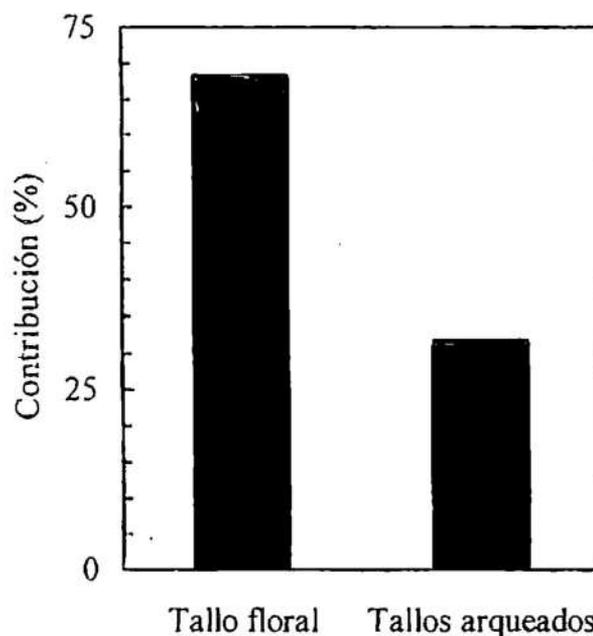


Figura 7. Contribución del tallo floral y del "pulmón" a la tasa de fotosíntesis a escala del cultivo (estimado por el modelo de Thornley).