

Evapotranspiración, coeficientes K_c y su relación con el porcentaje de área sombreada del suelo

Necesidades de riego por goteo de variedades de lechuga tipo romana

El objetivo del presente trabajo ha sido la determinación de los coeficientes de cultivo K_c de la lechuga tipo romana con riego por goteo y la evolución de las componentes de la evapotranspiración (transpiración y evaporación del suelo) en relación con el sombreado del suelo. En este artículo se muestran los datos de producción en función de la variedad y la densidad de plantación, el balance hídrico desde el transplante hasta la recolección y el punto de intersección entre transpiración y evaporación en función del porcentaje de suelo sombreado.

E. Centeno y L. Rincón.

Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (IMIDA), La Alberca (Murcia).

Gran número de factores afectan significativamente a la evapotranspiración de los cultivos y en particular a la evaporación del suelo y a la transpiración de la planta. Entre ellos cabe señalar los

parámetros climáticos que expresan la demanda evaporativa de la atmósfera, los parámetros asociados al cultivo, disponibilidad de agua en el suelo y su manejo, así como otros relacionados con la fertilización y salinidad.

El conocimiento de las necesidades hídricas de los cultivos mediante la aplicación de coeficientes de cultivo determinados en cada zona de cultivo, constituye la información básica más importante a partir de la cual es posible conseguir el manejo adecuado del agua de riego con la máxima eficiencia.

Además de considerar los factores asociados a la transpiración de las plantas, es necesario tener en cuenta aquellos que están asociados a la cubierta vegetal (Rincón *et al.*, 2005). Parámetros biofísicos de dicha cubierta como el estado de la vegetación en el ciclo de crecimiento, el índice de área foliar, la cobertura vegetal y el sombreado del suelo, la orientación de las filas de plantas, el albedo de la cubierta y la altura, influyen poderosamente en la determinación de la evapotranspiración ya que interaccionan con los factores asociados a la presencia de agua en el suelo y con los factores asociados a la atmósfera (Allen *et al.*, 1998).

Materiales y metodología

El estudio se llevó a cabo en la finca experimental Torreblanca del Centro de Investigación y Desarrollo Agroalimentario, situada en la comarca del Campo de Cartagena (37°40' N-0°58' W) en Murcia.

El ensayo se realizó sobre tres variedades de lechuga tipo romana (romana de elevado vigor, romana tipo Cos de vigor medio y Little Gem de vigor bajo). Las plantas de lechuga (*Lactuca sativa* L.), se obtuvieron en semillero aparte y se transplantaron el 21 de octubre de 2008, a densidades de plantación comerciales según la variedad (Romana a 6,5 plantas m²; Romana Cos y Little Gem a 16,5 plantas m²). El suelo de cultivo a la profundidad de 40 cm era de textura franco-arcillosa y contenidos de 1,2% de materia orgánica, 45,8 ppm de fósforo (Olsen) y 418 ppm de potasio (Ac-NH₄). El agua de riego se mantuvo en 1,15 dS m⁻¹ de conductividad eléctrica.

En la instalación de riego por goteo, se colocó una tubería emisora por cada línea pareada de plantas con goteros cada 30 cm, de 2 l/h de descarga unitaria en las líneas pareadas simples y 1 l/h de descarga unitaria en las líneas pareadas dobles, con objeto de tener en todos los ensayos de variedades la misma pluviometría. La medición de la ET_c del cultivo se realizó mediante balance hídrico en lisímetros de drenaje de 5 m² (5 x 1 m) de superficie y 0,6 m de profundidad con capacidad para 32 plantas en cada lisímetro en las líneas pareadas simples y 80 plantas en marco de plantación de las líneas pareadas dobles. En el riego se aportó siempre la misma dosis de riego de 2,7 mm, ajustándose el intervalo entre riegos en función de la evapotranspiración existente en el cultivo.

Se midió la biomasa del cultivo (B), superficie total de hoja (Sh_t), área foliar específica



Lechuga tipo romana en línea simple de plantación.



Ensayo de lechuga tipo romana en línea simple de plantación.

CUADRO I.

Balance hídrico.

Semana	ET. mm	R mm	P mm	D mm	ET. mm	Kc
1	14,5	3,6	47,9	44,6	6,9	0,45
2	14,2	4,3	23,3	19,7	7,9	0,50
3	11,6	9,4	0,4	3,3	6,5	0,56
4	13,3	7,5	0,1	0,1	7,5	0,62
5	14,2	9,9	0,7	0,7	9,9	0,67
6	14,3	7,7	26,9	23,8	10,8	0,73
7	11,0	8,0	0,0	1,2	6,8	0,79
8	11,1	9,0	3,7	3,8	8,9	0,85
9	11,9	11,5	0,1	3,0	8,6	0,91
10	7,7	12,5	1,1	8,6	5,0	0,96
11	6,4	11,0	1,9	8,0	4,9	1,02
12	9,5	10,9	0,5	0,5	8,3	1,08
TOTAL	139,7	105,3	106,6	117,4	92,0	—

(AFE), índice de área foliar (IAF) y porcentaje de suelo sombreado (%SS). La biomasa del cultivo se calculó pesando la parte aérea de la planta expresándose en $t\ ha^{-1}$. El área foliar específica (AFE) de las plantas se determinó relacionando la superficie de 100 círculos de 20 mm de diámetro de la lámina foliar fresca con

el peso de los círculos, expresándose en $cm^2\ g^{-1}$ de biomasa. La superficie total de hoja se obtuvo multiplicando el área foliar específica (AFE) por el peso total de la hoja. El índice de área foliar (IAF) se determinó dividiendo la superficie total de hoja de cada planta por la superficie de suelo que le corresponde según el

COORGANIZAN



EL MEJOR MERCADO PARA CULTIVAR NEGOCIOS

**fruit
attraction**

FERIA PROFESIONAL DEL SECTOR DE FRUTAS Y HORTALIZAS

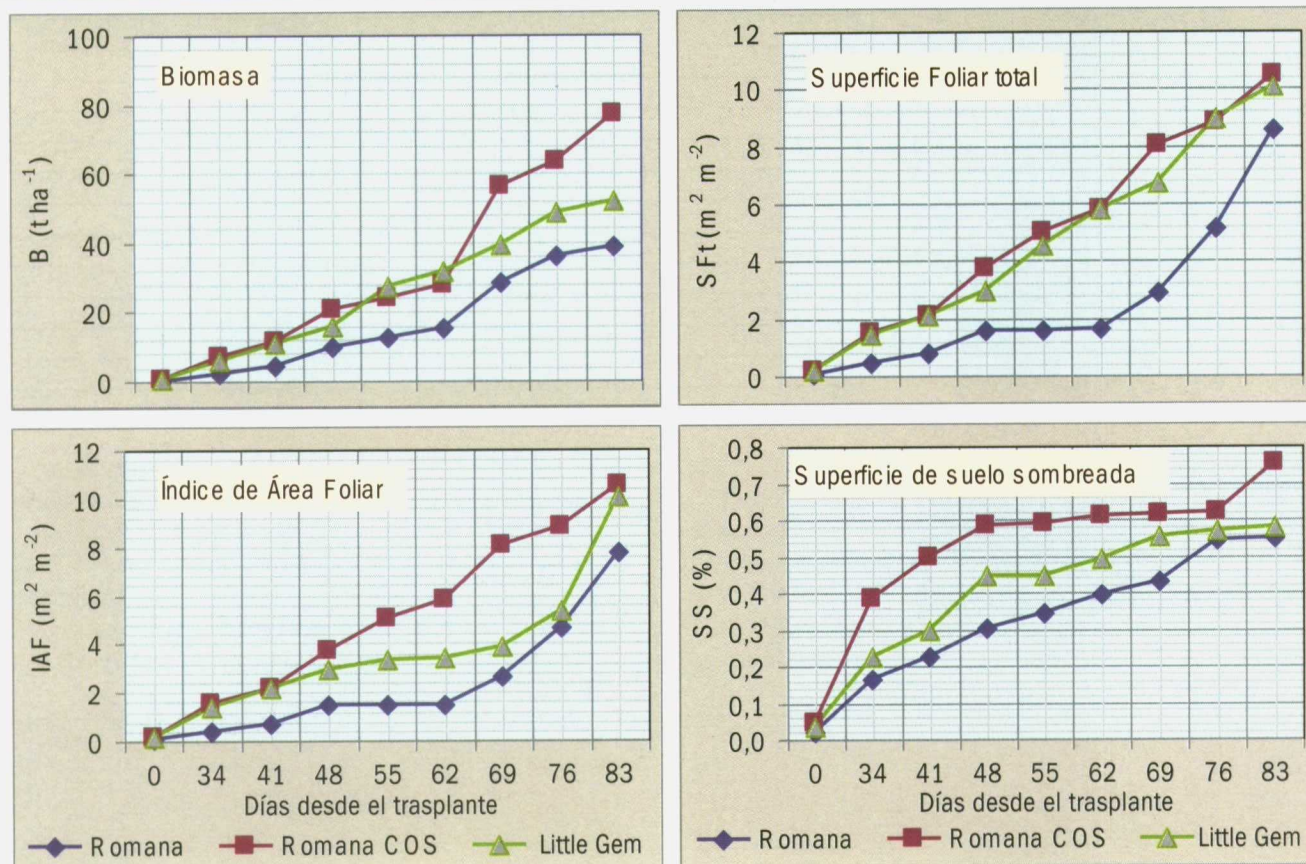
20-22
OCTUBRE
2010

www.fruitattraction.ifema.es

LÍNEA IFEMA

LLAMADAS DESDE ESPAÑA
INFOIFEMA 902 22 15 15
EXPOSITORES 902 22 16 16
LLAMADAS INTERNACIONALES (34) 91 722 30 00

fruitattraction@ifema.es

Parámetros vegetativos en variedades de lechuga romana. (va. *Longifolia*).

marco de plantación, expresándose en m² m⁻². El porcentaje de suelo sombreado (%SS) se determinó fotografiando la misma superficie de cultivo de 1 m² desde el trasplante hasta la recolección. Las plantas de cada fotografía se colorearon en negro (programa Adobe Photoshop-Elements 2.0) midiéndose el área total del suelo y de las superficies coloreadas en un medidor de área foliar ADC-AM100 para ajustar todas superficies a la misma escala. Con las dos medidas se calculó el porcentaje de suelo sombreado (%SS). Los resultados obtenidos son media de cuatro mediciones.

Las mediciones se realizaron semanalmente desde el trasplante hasta la recolección.

Resultados obtenidos

Desarrollo vegetativo

La evolución de los parámetros vegetativos analizados expuestos en la **figura 1** muestran que la densidad de plantación principalmente,

y el vigor de la variedad cultivada, influyeron en los parámetros vegetativos analizados. Los valores más bajos de la biomasa verde (B) producidos (38,90 t ha⁻¹) se obtuvieron en la variedad

Ensayo de la variedad Romana Cos.



Romana tradicional con 38,90 t ha⁻¹ debido a la baja densidad de plantación (6,5 plantas m⁻²) y los más elevados (77,18 t ha⁻¹) en la variedad Romana Cos de vigor medio conseguidos con alta densidad de plantación (16,5 plantas m⁻²). La variedad Little Gem de bajo vigor alcanzó las 52,02 t ha⁻¹ debido a la elevada densidad de plantación (16,5 plantas m⁻²). El porcentaje de suelo sombreado fue el parámetro más influenciado por la densidad de plantación, consiguiéndose el menor SS% en la variedad Romana tradicional con el 55% y el más elevado la Romana Cos con el 75%, la variedad Little Gem alcanzó el 58%. Los valores de IAF estuvieron relacionados conjuntamente con el marco de plantación y vigor de la variedad, alcanzando 7,73 en la variedad Romana, 10,5 en la Romana Cos y 7,56 en la Little Gem.

Balance hídrico

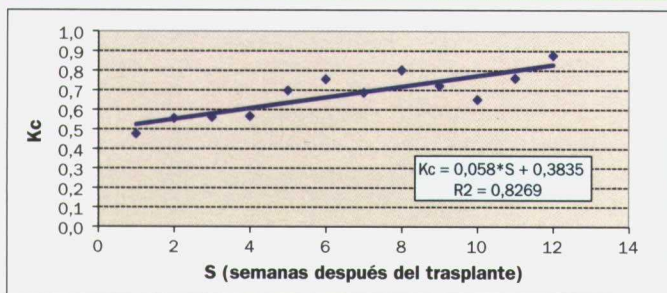
El balance hídrico medio de las tres variedades se muestra en el **cuadro 1** (valores me-



Lechuga Little Gem en línea triple de plantación.

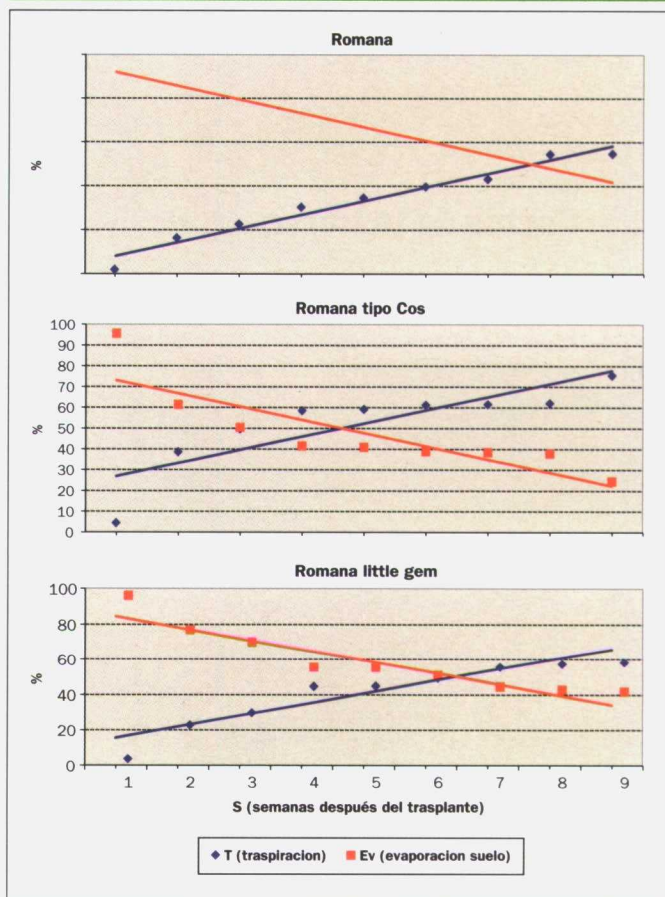
FIGURA 2

Coefficientes de cultivo.



Plantación de lechuga miniromana.

FIGURA 3
Evolución de la transpiración de la planta y la evaporación del suelo.



dios de 4 lisímetros). El ciclo de cultivo se alargó hasta los 83 días después del trasplante, en el que la ET_c fue de 139,7 mm. El agua aplicada en el riego fue de 105,3 mm y la aportada por la lluvia de 106,6 mm, de la que el 93,2 % se produjo en la fase de crecimiento lento y el 6,8 % en la del acogollado. La ET_c acumulada en el ciclo de cultivo fue de 92 mm, variando entre 0,98 mm/día en los siete primeros días después del trasplante y 1,18 mm/día en los siete días previos a la recolección.

Los coeficientes de cultivo (K_c) aumentaron linealmente con el tiempo transcurrido después del trasplante (figura 2), variando desde 0,45 en las primeras etapas vegetativas del cultivo a 1,08 en la recolección (cuadro I), valores ligeramente similares a los obtenidos por Rincón y Sáez (2001) y Rincón et al. (2007) en lechuga iceberg.

Evolución de la transpiración de la planta y de la evaporación del suelo

El suelo sombreado por la planta a lo largo

del ciclo de cultivo influyó de forma distinta en la transpiración de la planta y en la evaporación del suelo, componentes de la evapotranspiración. En el inicio del cultivo la mayor parte de la ET_c es debida a la evaporación a partir del suelo, disminuyendo posteriormente hasta ser superada por la transpiración. Dependiendo de la superficie sombreada por el cultivo, el punto de intersección de la evaporación a partir del suelo y la transpiración de la planta, se produce en distintas fechas. Cuando el %SS es elevado (variedad Romana Cos) la intersección se produce a los 52 días después del trasplante con un porcentaje de suelo sombreado del 59,08%. En la variedad Little Gem la intersección se produce a los 66 días después del trasplante y un porcentaje de suelo sombreado del 53,32%. En la variedad Romana tradicional con marco de plantación en línea pareada simple la intersección se retrasa hasta los 77 días después del trasplante cuando alcanzó el 54,43% de superficie sombreada, siete días antes de la recolección,

debido a la baja densidad de plantación respecto a la potencial de 12 plantas m^{-2} densidad posiblemente más adecuada para el vigor de esta variedad. ●

Bibliografía ▼

- Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., Smith, M. 1998. Crop evapotranspiration. FAO n° 56. Roma.
- Rincón, L. 2005. La fertilización de la lechuga iceberg. Ed. IMIDA-Mundi-Prensa 260 pp.
- Rincón, L., Sáez, J. 1997. Determinación de la evapotranspiración y de los coeficientes de cultivo en lechuga iceberg con riego por goteo. Actas de Horticultura 19: 193-201.
- Rincón, L.; E. Centeno; A. Abadía. 2007. Evaluación de la evapotranspiración y de los coeficientes K_c y su relación con el porcentaje de área sombreada del suelo en un cultivo de lechuga con riego por goteo. Actas de Horticultura de la SECH 50: 164-169.
- Rincón, L. 2001. Necesidades hídricas, absorción de nutrientes y respuesta a la fertilización nitrogenada de la lechuga iceberg. Tesis doctoral, 211 pp.