

## Producción de hortalizas

Estudio realizado en cultivo de ajo tierno

# Producción de ajo tierno bajo cubiertas flotantes de agrotextil

Elisa M. Suárez-Rey.(1); Romero-Gámez, M.(1), Montosa, J.M.(1); Mansilla, F.(2)

El uso de cubiertas flotantes en cultivos hortícolas ha reportado numerosas ventajas, entre ellas aumento de la temperatura del suelo y del aire (Hernández y Castilla, 1993), producción más temprana y una reducción en la transmisión de virus como resultado de menos ataques de áfidos (Vaissiere y Froissart, 1996). Esto contribuye a un aumento del rendimiento y la calidad de los cultivos (Giménez et al., 2002). El empleo de esta técnica, combinada con riego localizado, podría reportar beneficios agronómicos y ambientales. Las ventajas que presenta el riego localizado para el ahorro de agua y la productividad del cultivo pueden ser mejoradas si se usa de manera combinada con algunas técnicas de protección de cultivos, como son el acolchado plástico y/o las cubiertas flotantes. El objetivo de este ensayo era caracterizar el efecto de las cubiertas flotantes de agrotextil combinado con riego localizado, en el rendimiento y calidad de un cultivo de ajo tierno, a tres densidades de siembra.

Los ensayos se realizaron en el Centro Camino de Purchil del Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera de Andalucía (IFAPA), localizado en la Vega de Granada (37° 10' N; 3° 40' O; 640 m de altitud). Las condiciones climáticas medias registradas durante el ensayo se muestran en la figura 1. Los datos climáticos de lluvia y de la evapotranspiración de referencia (ET<sub>o</sub>, FAO Penmann-Monteith; Allen et al., 1998) se obtuvieron de la estación climática, situada a unos 200 m de la zona de ensayo (figura 2).

Las semillas de ajo (cv. Blanco mallorquín) se sembraron el 27 de septiembre de 2007 (Días Después de Siembra DDS = 0). Las parcelas de ensayo tenían dimensiones de 3 m x 4 m. El sistema de riego localizado constaba de ramales de riego cada 60 cm y emisores en línea, separados 33 cm dentro del ramal, con caudal de 2 L h<sup>-1</sup>. El riego se programó en función de las lecturas obtenidas a partir de sondas de humedad TDR (MP-917, E.S.I. Environmental Sensors Inc.). El criterio de riego se basó en estos datos, programándose cada vez que el agua disponible en la zona radicular era menor del 70% del total. Las líneas de cultivo se colocaron en la línea central entre ramales, con el fin de facilitar aporcados posteriores. Se probaron tres densidades de siembra diferentes: 125 pl m<sup>-2</sup> (ajos juntos en la línea de siembra), 67 pl m<sup>-2</sup> (ajos separados 2,5 cm entre sí) y 33 pl m<sup>-2</sup> (ajos separados 5 cm entre sí).

Los tratamientos de semiforzado se realizaron con una cubierta de agrotextil de polipropileno de 17 g m<sup>-2</sup> (AGR), colocada sin tensar sobre el cultivo inmediatamente después de la siembra, y se compararon con el cultivo al aire libre (AL). Esta

cubierta tuvo que ser retirada en tres ocasiones a lo largo del ensayo tras fuertes lluvias, al producir aplastamiento de la planta por la acumulación de agua sobre el tejido. Las cubiertas se mantuvieron hasta el final del ciclo.

La caracterización microclimática de cada tratamiento se realizó con sensores de humedad y temperatura de aire (HMP45C, Vaisala), situados 30 cm por encima del suelo. La radiación fotosintéticamente activa o PAR también fue registrada mediante sensores (SKP215, Skye Instruments), colocados a la misma altura de las plantas. Por último, la temperatura de suelo fue medida con dos sondas de temperatura por tratamiento (107, Campbell Sci.), colocados a 10 cm de profundidad. Los datos de todos los sensores fueron registrados cada cinco minutos y promediados cada media hora con un datalogger (CR10X, Campbell Sci.).

Se hicieron tres aportaciones de nitrógeno (N), idénticas para todos los tratamientos; una de fondo antes de la siembra, y dos de cobertera en los dos primeros aporcados, aplicando un total de 118 kg N ha<sup>-1</sup> (tabla 1).

Se realizaron muestreos periódicos para determinar la evolución del cultivo (DDS = 34, 54, 82, 124 y 152). Se cosechaban 4 plantas por parcela y se determinaba el peso fresco total y la longitud total de la parte aérea de cada planta. A continuación, se dividían las plantas en tres partes: hojas, seudotallo y bulbo. Se medía la longitud de cada órgano, así como los diámetros de los seudotallos y bulbos. La superficie foliar se determinaba mediante un medidor de área foliar (LI-3100, Li-Cor Inc.), tras lo que se calculaba el índice de área foliar (IAF, superficie foliar

(1)Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera de la Junta de Andalucía, Centro Camino de Purchil, Granada. (2)Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera de la Junta de Andalucía Centro Alameda del Obispo, Córdoba, elisam.suarez@juntadeandalucia.es

por unidad de superficie total de cultivo) en función de cada densidad de siembra. Posteriormente, cada parte de la planta se introducía en una estufa a 65 °C hasta alcanzar peso constante, tras lo que se determinaba la biomasa (peso seco) para comprobar el grado de crecimiento de la planta. La biomasa total (g m<sup>-2</sup>) se ha calculado como la suma de la biomasa de las hojas, los seudotallos y los bulbos. Al final del cultivo, se realizó una cosecha de 20 plantas por parcela, determinando el peso fresco total y comercial por planta. El momento de cosecha se estableció en base a los valores medidos en muestras comerciales. En ellas se tomaron medidas de longitud y diámetro del seudotallo, estableciéndose como criterio de recolección la longitud de ajo comercial entre 30-35 cm y el diámetro medio del seudotallo entre 7-9 mm.

Dentro de cada tipo de cubierta (AL: aire libre y AGR: agrotextil), se realizó un diseño experimental en bloques al azar para evaluar el efecto de la densidad de siembra con tres tratamientos (D1: 125 pl m<sup>-2</sup>, D2: 67 pl m<sup>-2</sup> y D3: 33 pl m<sup>-2</sup>) y tres repeticiones. El análisis de varianza y la separación de medias se llevó a cabo mediante el test T de Bonferroni ( $\alpha = 0,05$ ). El análisis de varianza para evaluar el efecto general de las cubiertas sobre las tres densidades se realizó con un diseño de parcelas divididas, donde la parcela principal correspondía a la cubierta (AL y AGR), y la parcela subdividida correspondía a la densidad (D1, D2 y D3), empleando el software estadístico Statistix (v. 8.0).

## Resultados y discusión

La longitud del ciclo de cultivo se vio reducida en 30 días con el empleo de la cubierta de agrotextil (tabla 1), siendo la longitud del mismo de 125 días en las plantas bajo la cubierta de agrotextil y de 155 días en las plantas al aire libre. El adelantamiento de la cosecha se debe al efecto del agrotextil sobre el ritmo de crecimiento del cultivo.

La temperatura media del aire se vio incrementada por el uso del agrotextil en 2,4 °C respecto al control al aire libre. El aumento de temperatura bajo el agrotextil se debe al efecto invernadero de la cubierta, así como a la reducción del viento, que disminuye el transporte turbulento (Otto et al., 2000). Además, la temperatura de suelo también se ve afectada por la cubierta, habiéndose registrado valores medios de 2,0 °C más elevados en el tratamiento AGR que en el AL (figura 3).

Una posible desventaja de las cubiertas flotantes podría ser la reducción de la radiación incidente recibida por el cultivo. Esta reducción de radiación no debería afectar la actividad fotosintética de la planta, ya que si no se vería reducida su capacidad de síntesis de compuestos orgánicos. La transmisividad de la cubierta indica la relación entre la radiación incidente dentro y fuera de la cubierta. El valor teórico de transmisividad (medido en laboratorio) de la cubierta de polipropileno de 17 g m<sup>-2</sup> es de 90% (Hernández y Castilla, 1993), si bien estos valores varían en condiciones de campo, dependiendo de la época del año, hora del día y otros factores como condensación de agua, adherencia de polvo, etc. En nuestro ensayo, en condiciones otoño invernales, se registró una reducción media de la radiación inci-

dente PAR en un 35 % en los tratamientos con agrotextil respecto a los de aire libre (figura 4). Para el cálculo de este valor no se tuvo en cuenta los valores medidos los últimos días del ciclo, ya que algunas plantas sombrearon el sensor de radiación en el tratamiento AGR.

En general, a pesar del crecimiento relativo más rápido del cultivo semiprotectado respecto al cultivo al aire libre, esto no supuso una ventaja en cuanto a la biomasa final producida (tabla 2). Dentro de cada tratamiento de cubierta, la mayor producción de biomasa se observó en los tratamientos de mayor densidad, D1. Además, la biomasa final producida en el tratamiento AGR en el caso de mayor densidad de siembra fue superior, aunque no significativamente, a la producida en el tratamiento AL. Esto se debería principalmente a la mayor contribución del peso de hojas en AGR que en AL. Al analizar los valores de biomasa final acumulada, se observó una variabilidad importante para los tratamientos D1. En ese caso, se obtuvo un coeficiente de variación (CV) del 28%, lo que explicaría que no se encontrasen diferencias significativas entre AL y AGR. Esta variabilidad entre plantas sembradas a la mayor densidad (125 pl m<sup>-2</sup>), se podría atribuir principalmente a la variabilidad inicial de tamaños de los propios dientes de ajo. Sin embargo, en las otras densidades ensayadas (D2 y D3), la variabilidad observada fue menor, quizás por haber menor competencia entre plantas al disponer de mayor espacio para su desarrollo.

En cuanto al rendimiento comercial, se observó que el rendimiento fue superior en el de mayor densidad (D1), tanto para el tratamiento AL como para el tratamiento AGR. Además, se observó que en general, era significativamente inferior en AGR que en el AL (tabla 3). En campo, se apreció que los seudotallos tendían a engrosar más rápidamente bajo las cubiertas que al aire libre, lo que podría restar calidad comercial si no eran cosechados acorde a los criterios consignados de longitud y diámetro.


El Índice de Área Foliar (IAF) se calcula como el área foliar que desarrolla el cultivo por unidad de superficie. Suele interpretarse como la capacidad de captación de la radiación del cultivo, y por tanto la capacidad de producir biomasa. Las plantas bajo la cubierta presentaban una mayor superficie foliar que las plantas control (figura 5). Se observó que los tratamientos con cubierta alcanzaron valores superiores de IAF durante la mayor parte del ciclo, lo que aceleró probablemente su crecimiento, especialmente en el caso de las plantas sembradas a mayor densidad. Valores altos de IAF en las primeras fases de cultivo son importantes, ya que puede facilitar la síntesis de fotoasimilados y posibilitar un mejor desarrollo del cultivo. Sin embargo, los valores finales de IAF alcanzados, no fueron significativamente diferentes entre AL y AGR, aunque sí entre densidades.

El aporte de agua total, teniendo en cuenta la lluvia y el riego, fue superior en el cultivo bajo el tratamiento al aire libre que bajo cubierta (tabla 1). Se alcanzaron valores de 183 mm en el tratamiento AL y 133 mm en AGR, debido especialmente a la mayor duración del ciclo de cultivo en las plantas al aire libre. De ellos, 123 mm y 93 mm en los ciclos de los tratamientos AL y AGR, respectivamente, fueron los valores de lluvia registrados

durante el ensayo. Por otro lado, los valores acumulados de ETo fueron de 170 mm y 135 mm para AL y AGR, respectivamente (figura 2).

### Conclusiones

El uso de agrotexil indujo una reducción del ciclo de cultivo respecto al tratamiento al aire libre en ajo tierno. Las temperaturas registradas de suelo y aire fueron mayores en el caso de los tratamientos con cubierta, lo que pudo producir un crecimiento más rápido de estas plantas. Además, el desarrollo foliar fue ligeramente superior, aunque no significativamente, en los tratamientos con cubierta, lo que provocó un uso más eficiente de la radiación incidente para la producción de biomasa en los tratamientos protegidos y el adelanto de la cosecha, ya que el mayor desarrollo foliar compensó la reducción de la radiación bajo cubierta, por lo que el cultivo no se vio negativamente afectado en la producción de biomasa. Sin embargo, el rendimiento comercial final fue superior en las plantas control al aire libre. Debe evaluarse si es preferible el adelanto de cosecha del cultivo o el incremento de producción, en cada caso. La densidad de siembra de 125 pl m<sup>-2</sup> parece ser la más interesante en cuanto a producción, en este cultivo. Sería recomendable repetir el ensayo para obtener resultados a más largo plazo.



### BIBLIOGRAFIA

- Allen, R.G., Raes, L.S., y Smith, D.M. 1998. Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage Paper 56. Rome, Italy.
- Giménez, C., Otto, R.F. y Castilla, N. 2002. Productivity of leaf and root vegetable crops under direct cover. *Scientia Horticulturae* 94: 1-11.
- Hernández, J. y Castilla, N. 1993. El semiforzado con cubiertas flotantes. *Hortofruticultura* 4: 34-36.
- Otto, R.F., Giménez, C. y Castilla, N. 2000. Evapotranspiration and dry matter production of horticultural crops under cover. *Acta Horticulturae* 516: 23-30.
- Vaissiere, B.E. y Froissart, R. 1996. Pest management and pollination of cantaloupes grown under spunbonded row covers in West Africa. *Journal of Horticultural Science* 71: 755-766



Vista general de una plantación de ajo tierno.



Medidor de área foliar.



Sondas de medida en el campo de ensayos



Muestra comercial y de ensayo.



Densidad de 125 plm-2.

Figura 1. Evolución diaria de temperaturas de aire máximas (Tmax) y mínimas (Tmin), así como de radiación solar global (Rs) durante el ensayo. DDS = días después de siembra.

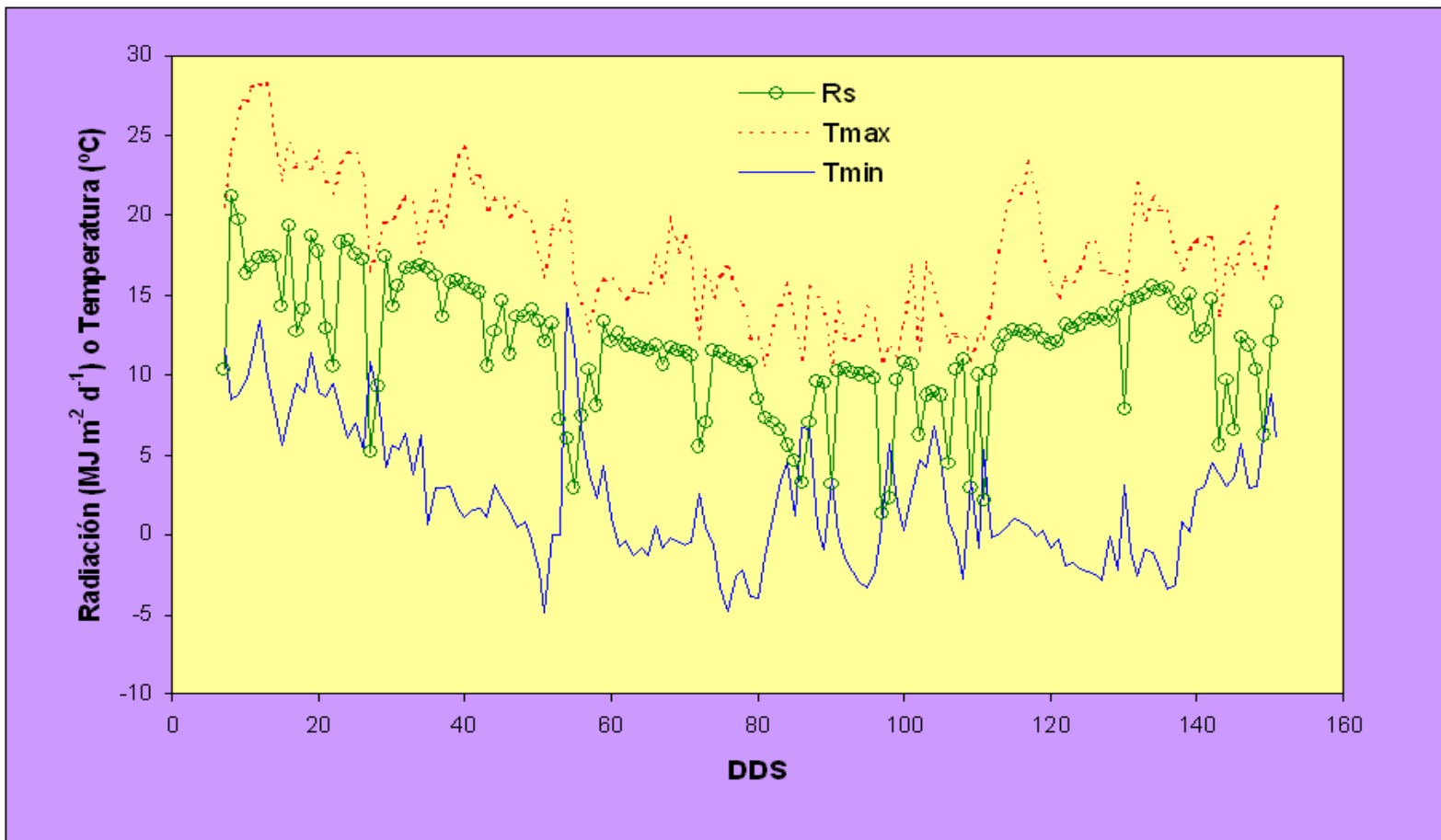


Figura 2. Evolución diaria de la precipitación y la ETo (Penmann-Monteith). DDS = días después de siembra.

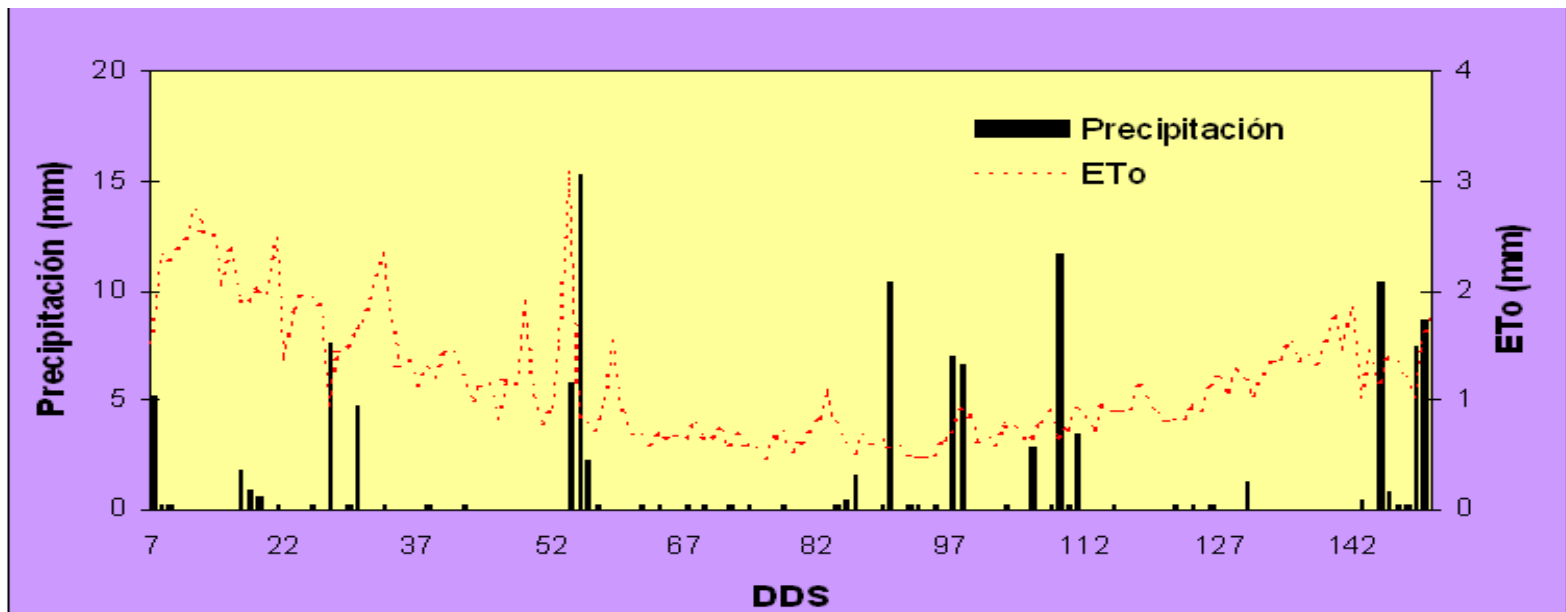


Figura 3. Evolución diaria de las temperaturas de suelo promediadas para las tres densidades, en los tratamientos al aire libre y con cubierta de agrotexil, registradas a 10 cm de profundidad. DDS = días después de siembra.

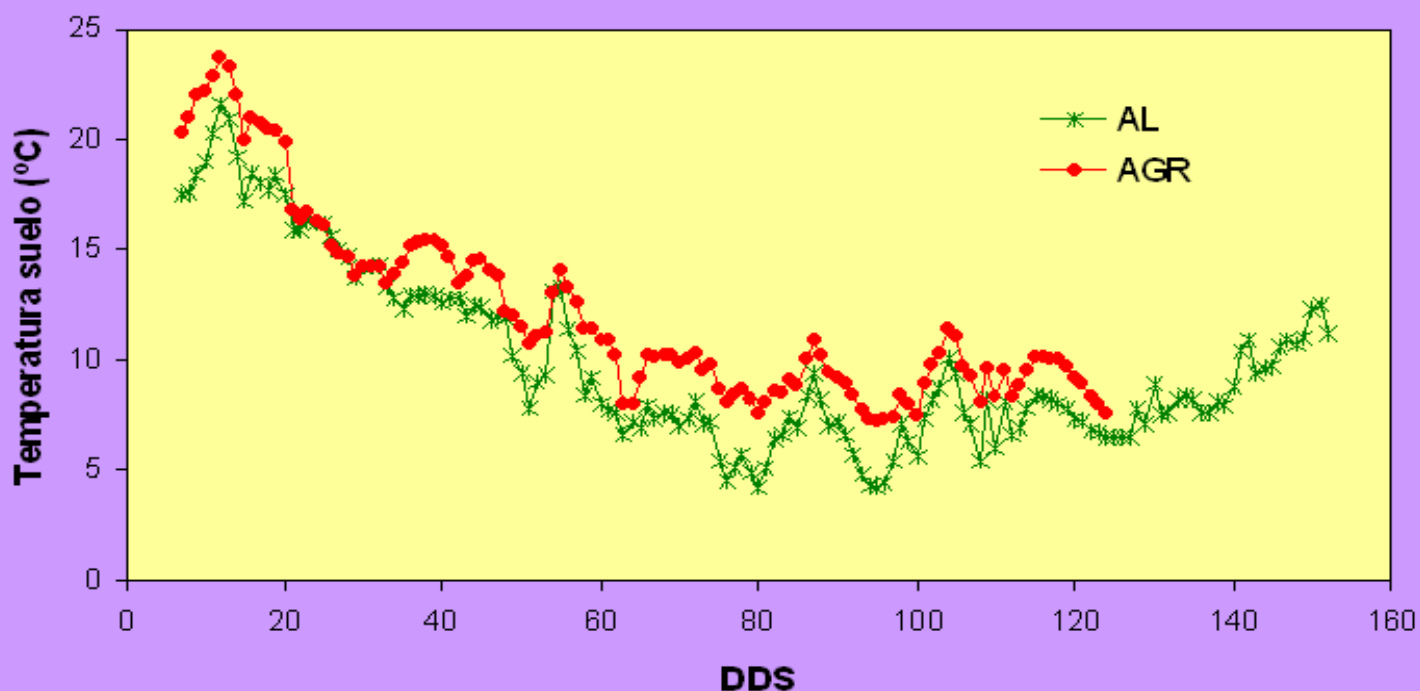


Figura 4. Radiación diaria fotosintéticamente activa (PAR) incidente sobre el cultivo para el tratamiento al aire libre y bajo la cubierta de agrotexil. DDS = días después de siembra.

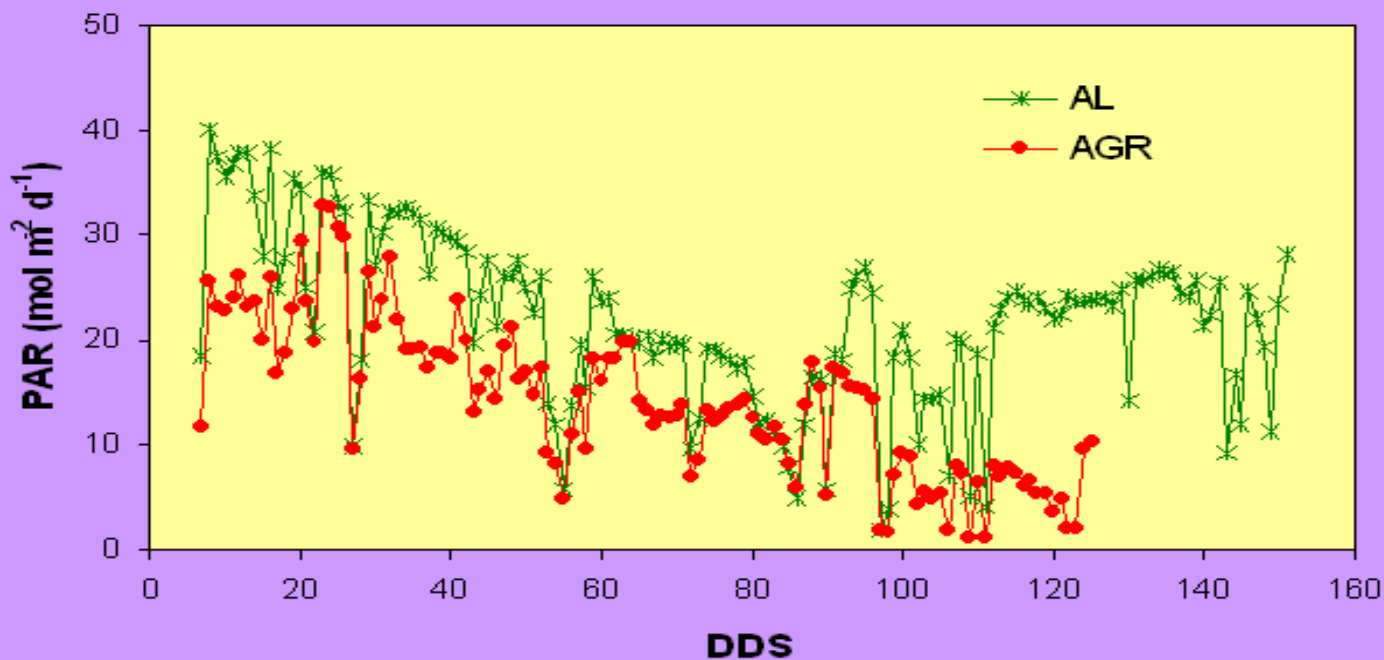


Figura 5. Evolución del índice de área foliar en cada tratamiento de cubierta (AL = aire libre y AGR = agrotexil) y densidad (D1 = 125 pl m<sup>-2</sup>, D2 = 67 pl m<sup>-2</sup> y D3 = 33 pl m<sup>-2</sup>). DDS = días después de siembra.

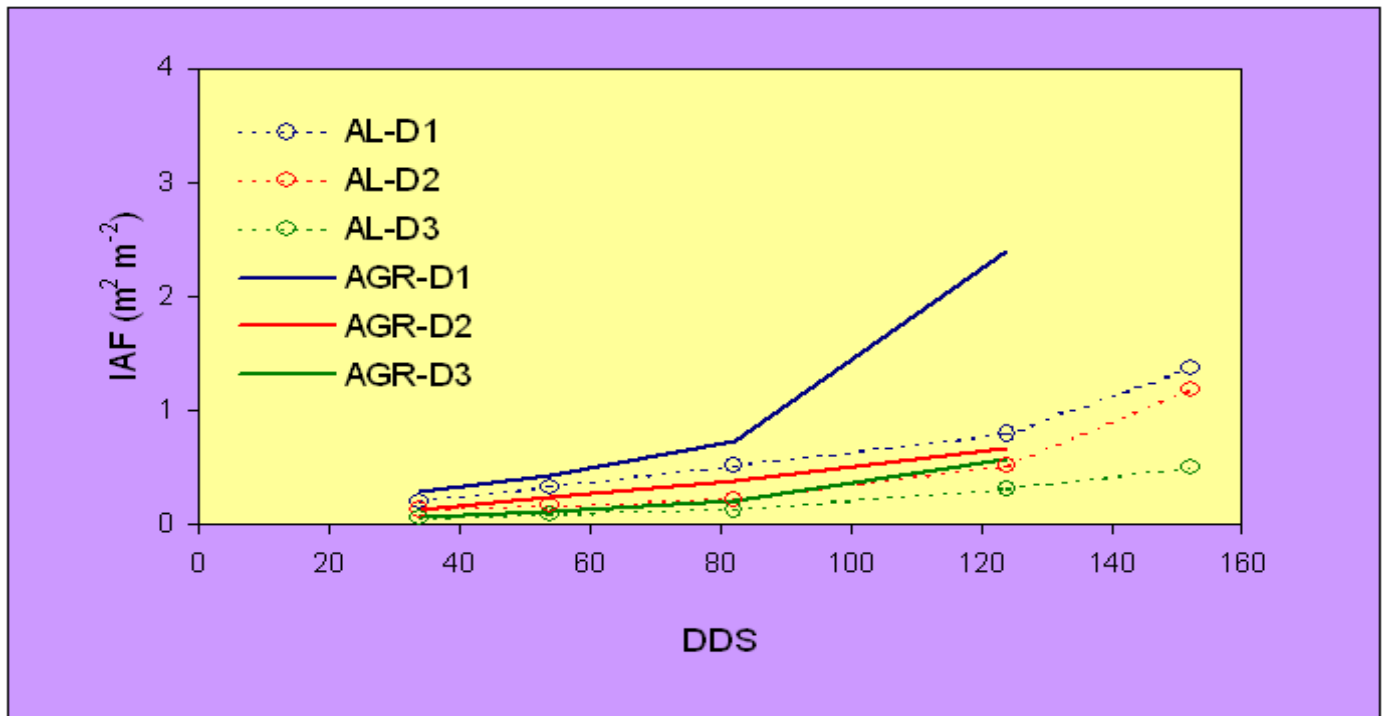


Tabla 1. Labores de cultivo realizadas durante el ensayo

FECHA	LABOR	DOSIS
24/09/2007	Pase de rotavator	
24/09/2007	Abonado de fondo	40 kg N ha <sup>-1</sup>
25/09/2007	Desinfección de semilla (Procloraz)	0,5 g kg <sup>-1</sup> ajo
27/09/2007	Siembra ajetes	3 densidades
28/09/2007	Colocación cubierta de agrotexil	
26/10/2007	Primer abonado de cobertera	39 kg N ha <sup>-1</sup>
26/10/2007	Primer aporcado	
14/11/2007	Segundo abonado de cobertera	39 kg N ha <sup>-1</sup>
14/11/2007	Segundo aporcado	
20/11/2007	Riego	10 mm
07/12/2007	Tercer aporcado	
12/12/2007	Riego	10 mm
13/12/2007	Riego	10 mm
14/12/2007	Riego	10 mm
30/01/2008	Cosecha tratamiento agrotexil	
12/02/2008	Riego tratamiento aire libre	10 mm
15/02/2008	Riego tratamiento aire libre	10 mm
29/02/2008	Cosecha tratamiento aire libre	

Tabla 2. Biomasa acumulada final (g m<sup>-2</sup>) obtenidos al aire libre y con cubierta de agrotexil, a tres densidades de siembra diferentes. El valor final considera la parte aérea de la planta (bulbo,seudotallo y hojas).

TRATAMIENTOS	AL	AGR	PROMEDIO
D1: 125 pl m <sup>-2</sup>	257,30	436,39	346,84
D2: 67 pl m <sup>-2</sup>	176,43	131,77	154,10
D3: 33 pl m <sup>-2</sup>	79,75	72,97	76,36
ANOVA <sup>§</sup> :			
Cubiertas (T)			NS
Densidades (D)	**	**	**
T x D			**

§ El análisis de varianza (ANOVA) para cada cubierta (AL y AGR) fue para un diseño en bloques al azar con tres repeticiones y tres densidades de siembra (D1, D2 y D3). El análisis global de datos se realizó con un diseño en parcelas divididas con tipos de cubierta como parcela principal y densidades como parcela subdividida. \*\* = significativo para P = 0,05. NS = no significativo.

Tabla 3. Rendimientos comerciales medios (kg m<sup>-2</sup>) obtenidos al aire libre y con cubierta de agrotexil, a tres densidades de siembra diferentes.

TRATAMIENTOS	AL	AGR	PROMEDIO
D1: 125 pl m <sup>-2</sup>	2,25	1,60	1,93
D2: 67 pl m <sup>-2</sup>	1,42	1,03	1,22
D3: 33 pl m <sup>-2</sup>	0,87	0,50	0,68
ANOVA <sup>§</sup> :			
Cubiertas (T)			**
Densidades (D)	**	**	**
T x D			NS

§ El análisis de varianza (ANOVA) para cada cubierta (AL y AGR) fue para un diseño en bloques al azar con tres repeticiones y tres densidades de siembra (D1, D2 y D3). El análisis global de datos se realizó con un diseño en parcelas divididas con tipos de cubierta como parcela principal y densidades como parcela subdividida. \*\* = significativo para P = 0,05. NS = no significativo.