

Uso de los plásticos en la agricultura: la solarización

La solarización o pasteurización solar de suelos constituye una medida erradicativa de lucha contra patógenos de suelo y malas hierbas. Este procedimiento consiste en el acolchado con plástico transparente fino (generalmente polietileno de 25-50 mm de grosor) del suelo desnudo previamente regado a capacidad de campo, y se realiza durante el periodo (5-10 semanas) en que la radiación solar y las temperaturas son más elevadas, generalmente entre julio y septiembre. De este modo se consiguen incrementos prolongados de temperatura de unos 10 °C en la capa arable, donde se concentra la mayoría de los organismos nocivos para los cultivos (hongos e insectos de suelo, semilla de malas hierbas y de plantas parásitas, nematodos...). Esto suele bastar para reducir sus poblaciones a niveles muy bajos, con lo que se controlan muchas enfermedades y plagas, al menos durante el año siguiente al de solarización, aunque en algunos casos se ha observado un efecto de control más prolongado atribuido a veces a una inducción de la supresividad del suelo para algún patógeno.

RAFAEL GONZÁLEZ TORRES Y ELISA LÓPEZ COSME (*)



Figura 1. El acolchado se realiza tan pronto como lo permita la desecación del suelo.

Técnica de empleo

Para la solarización, el suelo debe ser preparado adecuadamente mediante gradeo y desmenuzamiento de terrones, seguidos de un riego intenso, tras lo cual se coloca el acolchado tan pronto como lo permita el inicio de la desecación superficial del mismo (figura 1).

La solarización se utiliza preferentemente después de cultivos herbáceos anuales que dejan libre el terreno durante el período estival (figura 2). Sin embargo, la solarización es practicable también en cultivos leñosos establecidos (figura 3) y ha demostrado su efectividad contra enfermedades y malas hierbas que lo afectan.

Ventajas de la solarización

Frente a otros métodos físicos (esterilización con vapor de agua a 100 °C) o químicos (bromuro de metilo) de erradicación, la solarización presenta la ventaja de ser menos drástica, evitando el vacío biológico del suelo con el riesgo a recolonizaciones por patógenos que ello conlleva. Además, mejora en muchos casos algunas características físicas o químicas de los suelos (movilización de nutrientes, reduc-



Figura 2. Obsérvese el control de malas hierbas en las parcelas húmedas, solarizadas durante un mes.

ción de la salinidad) y evita efectos residuales tóxicos, lo que se traduce en manifestaciones de incrementos significativos del crecimiento del cultivo que sigue a la solarización (figura 4), incluso en suelos no infestados, y paralelamente, en incrementos significativos de la producción, que puede llegar a ser hasta tres veces superior a la de un suelo no solarizado.

Coste de aplicación y organismos que controla

El coste de la solarización viene a ser unas tres veces inferior al de fumigaciones con bromuro de metilo (unas 600.000 ptas/ha) y similar al de fumigaciones con metham-Na (unas 200.000 ptas/ha), lo que hace factible su empleo en suelos severamente infestados destinados a cultivos biológicos y de alta productividad. La mecanización de la aplicación del plástico en forma continua por solape entre láminas contiguas es ya una realidad que facilitará, sin duda, la expansión de la técnica (figura 5).

Entre los patógenos de suelo que se suelen controlar eficazmente mediante el acolchado plástico cabe resaltar: *Verticillium dhaliae*, *Rizoctonia solani*, *Phytophthora spp.*,



Figura 3. Solarización de un suelo con cultivo de cerezo establecido.

Pythium spp., *Sclerotium rolfsii*, *Fusarium oxysporum melonis*, *F. Oxysporum niveum*, *Orobancha spp.*, *Meloidogyne spp.*, *Pratylenchus thornei*, *Rotylenchus reniformis*, etc. Muchos insectos de suelo y malas hierbas anuales son también fácilmente controlados (figura 2).

Beneficios medioambientales

La solarización del suelo tiene un indiscutible aspecto medioambiental favorable, ya que permite suprimir o reducir considerablemente la utilización de fumigantes de suelo y otros tratamientos plaguicidas que sean contaminantes o tóxicos y que dentro de poco dejarán de estar autorizados en muchos países. Algunas industrias químicas han iniciado recientemente el desarrollo de materiales líquidos que se solidifican como láminas de plástico al ser pulverizados sobre el suelo, realizando el acolchado del mismo.

Aspectos limitantes

El principal aspecto limitante para el empleo de la solarización lo constituye el clima inapropiado o marginal. A este respecto, se ha puesto a punto un método de predicción de



Figura 4. Las plantas de mayor desarrollo se encuentran en microparcelas que fueron solarizadas dos meses.

temperaturas que puede proporcionar un criterio fiable para recomendar o no la utilización de la solarización. Consiste en el ajuste de los datos de temperaturas de la primera semana de solarización efectiva a ecuaciones sinusoidales. La figura 6 muestra la comparación de la temperatura real del suelo a 10 cm con la estimada para lo que se utiliza un modelo matemático basado en las Series de Fourier.

En los gráficos, los cuadrados verdes representan las temperaturas estimadas a partir de los registros de la primera semana de solarización realizada en Zaragoza durante el verano de 1998 (izquierda) y 2000 (derecha); los cuadros azules representan las temperaturas reales registradas durante todo el período de solarización, en 1998 y en el año 2000. De acuerdo con el número de horas estimadas por encima de los 40 °C, en 1998 se sugirió solarizar durante no menos de 30 días y en el 2000 durante no menos de 45 días. En ambos casos, con dicha sugerencia se obtuvieron excelentes resultados.

Resultados de la aplicación de la solarización en Aragón

La aplicación de la solarización en Aragón durante los últimos 10 años se ha estudiado en parcelas hortofrutícolas

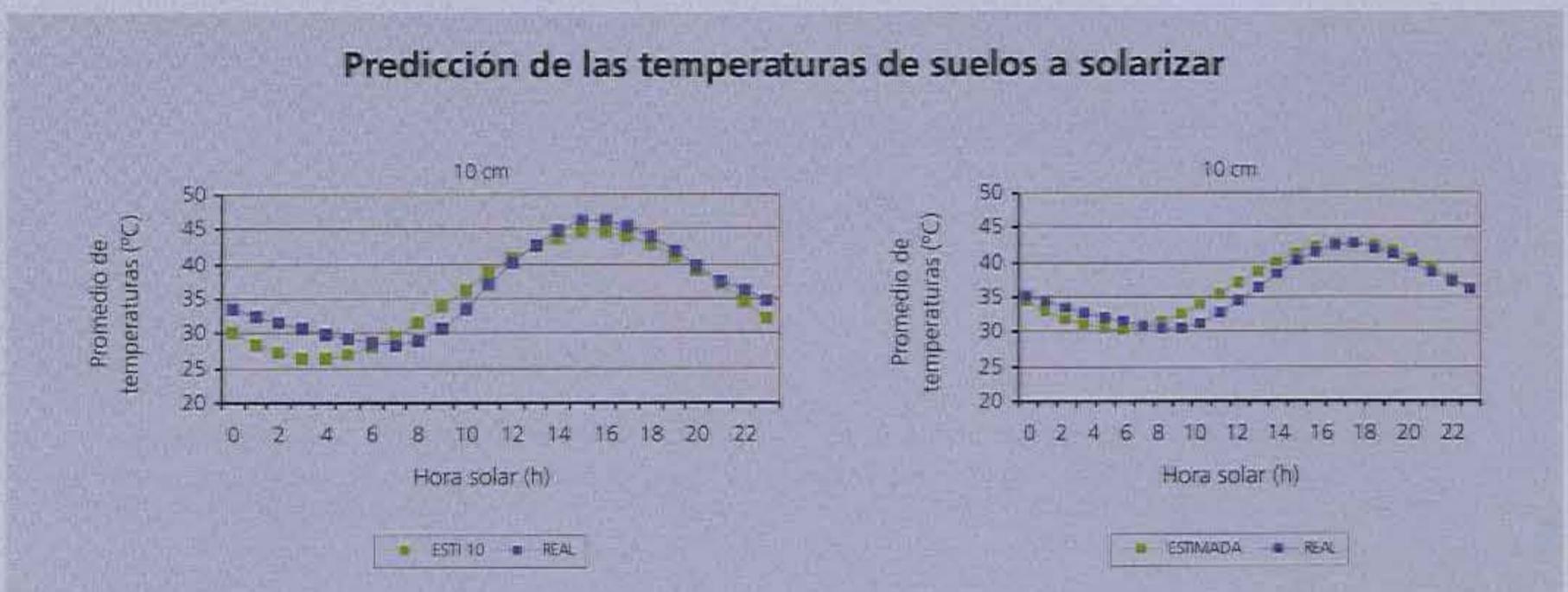


Figura 6. Izquierda: en cuadros verdes, temperaturas estimadas a partir de los registros de la primera semana de solarización en 1998. En cuadros azules, temperaturas reales de todo el período de solarización. Derecha: lo mismo pero en 2000.



Figura 5. Mecanización del acolchado plástico.

del Servicio de Investigación Agroalimentaria situadas en Montañana (Zaragoza). Se evaluaron cultivos leñosos (cerezo (figura 3), ciruelo, manzano, melocotonero y peral) y herbáceos (ajo, borraja), melón (figura 4) y sandía). Con anterioridad a 1989, los investigadores Gil Ortega, Barriuso, Palazón y Zaragoza, realizaron estudios sobre el efecto de la solarización en el cultivo del pimiento.

En todos los casos se observó que:

— La solarización del suelo en parcelas experimentales incrementó los regímenes térmicos entre 4-10 °C a 20 cm de profundidad, siendo superiores a 10 cm de profundidad, consiguiéndose temperaturas máximas que promediaron entre 42-50 °C.

— Nuestros resultados mostraron la mayor eficacia del polietileno transparente de 100 mm frente al de 50 mm para solarizar en el valle del Ebro por su resistencia a los fuertes vientos.

— Todos los microorganismos fitopatógenos y malas hierbas que se encontraban en nuestras parcelas experimentales fueron eliminados mediante la solarización. La juncia (*Cyperus rotundus*) fue eliminada completando la solarización con glifosato a dosis baja (720 g/ha).

— La solarización durante los meses de julio y agosto, bajo condiciones meteorológicas del valle medio del Ebro, previno el ascenso capilar de la solución del suelo y su concentración por evaporación en la superficie, resultado en una disminución de la salinidad del suelo.

— Todos los cultivos sembrados tras la solarización en Aragón incrementaron su crecimiento y rendimiento en más del doble que los testigos no solarizados.

Conclusiones

Nuestros resultados confirman las posibilidades de la solarización del suelo como tratamiento fitosanitario e incrementador del crecimiento de los cultivos de Aragón. Dado que los máximos rendimientos de temperaturas observados en Aragón tienen lugar a finales de julio y principios de agosto, se sugiere el comienzo de la solarización no más tarde de mediados de julio. La predicción de las temperaturas del suelo antes de la solarización resulta de gran uti-

lidad a la hora de sugerir a un agricultor de la comarca de las Cinco Villas o del Bajo Aragón la utilización más idónea de esta técnica.

Agradecimientos

Los autores agradecen a doña Teresa Esteban Cid su eficaz y consistente colaboración en los trabajos de campo y laboratorio. Las investigaciones llevadas a cabo en el SIA de Zaragoza en los últimos 10 años fueron subvencionadas por la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (CICYT).

(*) SERVICIO DE INVESTIGACIÓN AGROALIMENTARIA.
GOBIERNO DE ARAGÓN. APARTADO 727. 50080 ZARAGOZA.

Bibliografía

- CENIS, J. L.: «Control del nematodo *Meloidogyne javanica* mediante calor solar (solarización)», *Anales INIA. Ser. Agric.*, 28 (n.º extra) (1985), pp. 121-130.
- GIL, R., J. BARRIUSO, C. PALAZÓN y C. ZARAGOZA: «Efecto de la solarización del suelo sobre el cultivo del pimiento al aire libre», *ITEA*, 86V (3) (1990), pp. 142-154.
- GONZÁLEZ TORRES, R., J. GÓMEZ VÁZQUEZ, J. M. MELERO VARA y R. M. JIMÉNEZ DÍAZ: «Empleo de la solarización del suelo en el control de la Fusariosis vascular de la sandía en Almería», *Actas de Horticultura*, 1 (1990), pp. 368-373.
- GONZÁLEZ TORRES, R., J. M. MELERO, J. GÓMEZ y V. VELASCO: «Control integrado de las Fusariosis vasculares del melón y la sandía en invernadero», *Cuadernos de divulgación FIAPA*, 10 (1992), 42 pp.
- GONZÁLEZ TORRES, R., M. AGUDO, M. C. LÓPEZ, J. GÓMEZ y C. ZARAGOZA: «Uso integrado de la solarización y del glifosato en el control de *Cyperus rotundus*», *Actas Congreso 1992 de la Sociedad Española de Malherbología* (1992), pp. 337-340.
- GONZÁLEZ TORRES, R., E. LÓPEZ, M. C. LÓPEZ, J. GÓMEZ y C. ZARAGOZA: «La solarización. Posibilidades como tratamiento fitosanitario e incrementador del crecimiento en viveros y plantaciones frutales», *Hortofruticultura*, 5 (1993), pp. 67-71.
- JIMÉNEZ DÍAZ, R. M., M. J. BASALLOTE, M. J. BEJARANO, M. A. BLANCO, J. GÓMEZ, R. GONZÁLEZ y J. M. MELERO: «La solarización en la lucha contra hongos del suelo», *Hortofruticultura*, 9 (1992), pp. 53-61.
- LÓPEZ COSME, E. y R. GONZÁLEZ TORRES: «Efecto de la solarización del suelo sobre la viabilidad de *Cyperus rotundus* y sobre la salinidad del suelo sometido a una capa freática salina», *Actas Congreso 1995 de la Sociedad Española de Malherbología* (1995), pp. 261-265.
- MELERO, J. M., R. GONZÁLEZ, J. GÓMEZ, M. J. BEJARANO y M. J. BASALLOTE: «La solarización de suelos mediante acolchado en Andalucía», *Plasticulture*, 82 (1989), pp. 72-82.