

La solarización de canteros para almácigos de cebolla con polietileno de distintos espesores

Arboleya Jorge¹, Maeso Diego¹, Falero Marcelo¹

¹Programa Nacional de Investigación Producción Hortícola. INIA Las Brujas, Ruta 48 km 10, 90200. Canelones, Uruguay. Correo electrónico: jarboleya@inia.org.uy

Recibido: 12/3/12 Aceptado: 1/7/12

Resumen

La solarización es la cobertura hermética del suelo, humedecido a capacidad de campo con polietileno transparente ultravioleta (UV) durante un tiempo variable. Mediante la captura de energía solar se aumenta la temperatura del suelo, perjudicando las semillas de malezas anuales. Esta técnica fue evaluada en almácigos de cebolla con excelentes resultados por INIA-DIGEGRFA-FAGRO en 2005-2006 en tres localidades. En 2006-2007 y 2007-2008 en INIA Las Brujas se estudió el efecto de la solarización con dos espesores de polietileno transparente ultravioleta, 35 y 80 μm , frente a un testigo no solarizado sobre la población de malezas y la calidad del plantín. El suelo se cubrió el 17/12/06 y el 3/12/07 y se registró la temperatura a 10 cm de profundidad. El 30/4/07 y 16/04/08 se sembraron almácigos del cultivar Pantanoso del Sauce-CRS de 5 m de largo con cuatro filas. Se evaluó número/m², peso fresco y seco de malezas, altura, diámetro, peso fresco y seco de 10 plantines, contenido de nitratos y de amonio del suelo después de solarizar y la sanidad de los plantines (mancha de hoja, *Botrytis* spp.). El tratamiento no solarizado presentó significativamente mayor infestación y peso seco de malezas que los solarizados y menor contenido de nitratos y de amonio. Los tratamientos solarizados presentaron mejor sanidad que los no solarizados. No se observaron diferencias estadísticamente significativas en el control de malezas ni en la calidad del plantín entre los espesores de polietileno pero sí entre éstos y el no solarizado.

Palabras clave: almácigo, cebolla, malezas, solarización

Summary

Soil Solarization of Onion Nursery beds with Different Polyethylene Thickness

Soil solarization means the complete covering of wet soil to field capacity with transparent polyethylene ultraviolet film during a variable period. Due to the solar energy caught soil temperature rises damaging the seed bank of annual weeds. This technique was evaluated in onion seedlings by INIA-DIGEGRFA-FAGRO in three locations during 2005-2006. In 2006-2007 and 2007-2008 the effect of solarization on weed population and seedling quality was studied using UV polyethylene films of both 35 and 80 μm thickness as compared to a non solarized control at INIA Las Brujas. Soil was covered on 12/17/06 and 12/3/07 and temperature was recorded 10 cm depth. Seedbeds 5 m long with four rows were sown with onion cv. Pantanoso del Sauce-CRS on 4/30/07 and 04/16/08. Number of weeds/m², weeds fresh and dry weight, length, stem diameter, fresh and dry weight of 10 seedlings, seedling health (leaf blight, *Botrytis* spp.), and nitrate and ammonium in the soil were evaluated after solarization. Non solarized plots had significantly more weed infestation and dry weight compared to the solarized ones, and lower levels of soil nitrate and ammonium. The non solarized control showed significantly higher infestation and dry weight of weeds compared to the solarized plots, and lower nitrate and ammonia content. Solarized treatments were healthier than the non solarized ones. There were no statistically significant differences on weed control or seedling quality between polyethylene thickness, but there were significant differences with respect to the non solarized treatment.

Key words: nursery, seedbeds, weeds, solarization

Introducción

La solarización es la cobertura hermética del suelo húmedo con plástico transparente UV, durante un tiempo determinado (Katan y DeVay, 1991). Es un proceso hidrotérmico que se produce en suelos humedecidos cubiertos con plásticos y expuestos a la radiación solar en los meses más cálidos. Los organismos mesófilos del suelo tienen un umbral térmico cercano a los 37 °C. El efecto acumulativo de altas temperaturas en el tiempo es letal para varios organismos (DeVay, 1991). Esta técnica se menciona como de fácil adaptación a diferentes situaciones de la producción agropecuaria (Stapleton *et al.*, 2000). Presenta un gran potencial de uso en la producción vegetal intensiva debido a su carácter no contaminante del medio ambiente y de las posibilidades de combinarla con otro tipo de tratamientos como el control biológico y cultural, que son aplicables en programas de producción integrada y orgánica (Arboleña *et al.*, 2006). La presión de plagas y de malezas se reduce con la solarización, se mejoran las propiedades físicas y químicas del suelo y se mejoran los rendimientos de algunos cultivos luego de la solarización (Davis, 1991). Como consecuencia de la solarización se produce un incremento de nutrientes solubles. Al calentarse el suelo se eliminan microorganismos que al degradarse liberan nutrientes. Durante la solarización se incrementa la cantidad de amonio y de nitratos. La concentración de cada uno dependerá del tipo de suelo y del contenido de humedad del mismo, y de la presencia de los microorganismos responsables de la nitrificación, es decir *Nitrobacter* y *Nitrosomonas*. Las temperaturas altas y el contenido de humedad en suelos de buen contenido de materia orgánica producirán una muerte de la microflora del suelo (incluyendo a los organismos nitrificantes) y se acumulará el amonio (Stapleton, 1990).

Las malezas invernales como el pasto de invierno (*Poa annua*) son más sensibles al efecto de la solarización que las malezas estivales anuales o las perennes (Elmore, 1991a, 1991b). En Israel con períodos de dos a cuatro semanas de solarización fue suficiente para lograr un efectivo control de malezas en cultivos de otoño o invierno (Horowitz *et al.*, 1983).

Si bien algunos autores sostienen que a menor espesor del polietileno mayor es el calentamiento obtenido en el suelo (Elmore *et al.*, 1997) o el control de malezas (Sundari *et al.*, 2008), otros afirman que no influye en el calentamiento del suelo (Grinstein y Hetzroni, 1991). De todas formas aseguran que el productor debe utilizar el que encuentre disponible en el mercado y que sea adecuadamente resistente al viento o a daños provocados por animales (Elmore *et al.*, 1997;

Grinstein y Hetzroni, 1991). En el mercado existen diferentes espesores de polietileno. Estos se comercializan por kilo en bobinas de aproximadamente 50 kg. Si con un polietileno de menor espesor se lograran resultados similares a uno grueso, se lograría un beneficio económico al poder cubrirse más metros de cantero por el mismo costo.

En la zona sur del Uruguay se han llevado adelante con éxito trabajos de investigación y de transferencia de la tecnología de la solarización en canteros para almacigos de cebolla (Campelo *et al.*, 2006a, 2006b).

Por lo tanto en las temporadas 2006-2007 y 2007-2008 se realizó este trabajo con el objetivo comparar el uso de dos espesores de polietileno transparente ultravioleta sobre el control de malezas y su efecto en la calidad del plantín.

Materiales y métodos

El experimento se localizó en el campo de la Estación Experimental Wilson Ferreira Aldunate, INIA Las Brujas, Rincón del Colorado, Canelones, Uruguay, latitud 34° 40' S, longitud 56° 20' W y altitud 32 m.s.n.m.

Los canteros se levantaron en noviembre de 2006 y 2007 con una altura aproximada de 20 cm. Se emparejaron, luego se regaron hasta capacidad de campo, y posteriormente se taparon con polietileno transparente ultravioleta (UV) de 35 o 80 µm, según el tratamiento, el 17 de diciembre de 2006 y el 3 de diciembre de 2007.

Se instalaron registradores automáticos de temperatura (standard temperature logger unmounted Kooltrak logger 814002, USA) programados para toma de datos cada dos horas, a 10 cm de profundidad.

El 30 de abril de 2007 y el 16 de abril de 2008 se destaparon los canteros solarizados, se les pasó un rastrillo y se sembraron con el cultivar de cebolla Pantanoso del Sauce-CRS.

En las parcelas, de 5 m de largo, se sembraron cuatro filas por cantero con 4 g de semilla/m² de almacigo.

Los tratamientos fueron no solarizado, solarizado con polietileno transparente UV de 35 µm y solarizado con polietileno transparente UV de 80 µm. Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con tres repeticiones. Se realizaron con los datos análisis de varianza y se compararon significativamente las medias mediante el test LSD a los niveles de significación (P=0,05 ó 0,01) que se indican en los Cuadros en cada caso. El 4 de junio de 2007, 36 días después de la siembra (dds), y el 14 de mayo de 2008 (28 dds), se realizó una valuación del número de plantas de malezas en un cuadrante de 0,40 m por 0,40 m por parcela. Por su parte el 1 de agosto de 2007 (91 dds) y el 11 de

junio de 2008 (56 dds) se registró el peso fresco de las malezas en el mismo cuadrante y las mismas se colocaron en estufa a 65 °C para determinar el peso seco de las mismas.

El 2 de julio de 2007 (63 dds) y el 14 de julio de 2008 (99 dds) se tomó una muestra de suelo de cada parcela y se realizó un análisis de nitratos y de amonio. Para la determinación de nitratos se realizó una extracción con CuSO_4 y posterior potenciometría mientras que la determinación de amonio fue por colorimetría. La determinación de nitrógeno foliar se realizó por el método de Kjeldahl.

El 28 de agosto de 2007 (120 dds) y el 14 de julio de 2008 (99 dds) se realizó un muestreo de plantines representativos de cada parcela y se determinó la altura del plantín desde la base hasta la hoja más larga, el diámetro mayor del falso tallo y el peso fresco y seco de diez plantines (secados en estufa de aire forzado por 48 hs a 65 °C). A esos mismos plantines se les determinó el porcentaje de área de punta seca, el número de manchas y el área atacada por mancha de hoja (*Botrytis* spp.) promedio por hoja. También se realizó una evaluación del estado general de los plantines utilizando una escala visual donde 1: malo y 5: excelente.

Resultados y discusión

El contenido de materia orgánica del suelo en donde se realizó el experimento fue de 3,8%, el pH 6,3, el contenido de fósforo 33 $\mu\text{g P/g}$ (Bray 1) y el de potasio 1,2 meq/100g.

Temperatura de suelo

En la Figura 1 se grafican las temperaturas registradas entre el 7 de diciembre de 2007 y el 28 de febrero de 2008 para el tratamiento sin solarizar y para los solarizados con polietileno de 35 y 80 μm . Como se observa en dicha figura, existió una diferencia muy grande en la temperatura entre los canteros solarizados y no solarizados, llegando a tem-

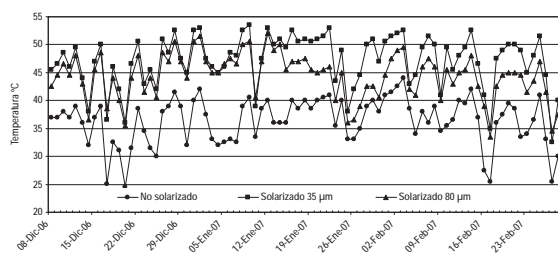


Figura 1. Temperaturas máximas de suelo en los diferentes tratamientos a 10 cm de profundidad desde 8 de diciembre de 2007 al 28 de febrero de 2008.

peraturas cercanas y superiores a 50 °C, similares a las que se citan como efectivas para el control de malezas (Sahile *et al.*, 2005; Lira-Saldivar *et al.*, 2004; Elmore *et al.*, 1997). Similares registros se obtuvieron también en las experiencias nacionales anteriores.

Si bien algunos autores afirman que con polietileno más fino se logran mayores temperaturas (Elmore *et al.*, 1997) mientras que otros han encontrado mejor control con polietileno más fino (Sundari *et al.*, 2008), los registros obtenidos en este trabajo muestran que las temperaturas logradas con el espesor de 80 μm estuvieron en el rango adecuado para afectar el banco de semillas de malezas. Dado que con el polietileno de 35 μm se obtuvieron resultados similares en cuanto control de malezas y de calidad del plantín, el productor utilizará el más económico lo que concuerda con las recomendaciones de Grinstein y Hetzroni (1991) y Elmore *et al.* (1997).

Katan y DeVay (1991) recomiendan que una vez que se retiró el polietileno de la solarización el suelo sea movido tan poco como sea posible para evitar posible recontaminación.

Debido a que el mayor efecto de la solarización sobre las semillas de malezas normalmente ocurre en los primeros centímetros de suelo, de allí la importancia de no remover a la superficie capas de abajo del suelo con semillas que no hubieran sido afectadas por el efecto de la solarización al momento de la siembra.

Número, tipo y peso de malezas

Los tratamientos solarizados, tanto con polietileno de 35 μm como de 80 μm de espesor, no tuvieron diferencias estadísticamente significativas entre sí en la cantidad de malezas presentes por metro cuadrado de cantero. Ambos fueron estadísticamente diferentes al testigo (Cuadro 1). Esto concuerda con la recomendación de Grinstein y Hetzroni (1991), quienes recomiendan usar el film disponible en el mercado teniendo en cuenta que sea suficientemente resistente para esta tecnología, ya que el espesor no influye en el calentamiento del suelo.

Las malezas predominantes en las parcelas del experimento fueron:

- Capiquí (*Stellaria media*),
- Mastuerzo (*Coronopus didymus*),
- Perejilillo (*Fumaria* spp.),
- Pega lana (*Picris eichoides*),
- Bowlesia (*Bowlesia incana*),
- Falsa ortiga (*Stachis arvensis*),
- Manzanilla (*Matricaria chamomilla*),

Sanguinaria (*Polygonum aviculare*),
Rábano (*Raphanus* sp.),
Cerraja (*Sonchus oleraceus*),
«Capiquí peludo» (*Cerastium vulgatum*),
Trébol de campo (*Trebol* spp.)
Lengua de vaca (*Rumex crispus*) y
Albahaca silvestre (*Galinsoga parviflora*).

En los tratamientos solarizados entre las pocas malezas presentes predominó el trébol de campo (*Trifolium* spp.).

Los tratamientos solarizados tanto con polietileno de 35 µm como de 80 µm no tuvieron diferencias estadísticamente significativas entre sí ni en el peso fresco ni en el peso seco de malezas presentes por metro cuadrado de

cantero en 2007 y en 2008 (Cuadro 2). Ambos fueron estadísticamente diferentes al testigo sin solarizar.

Niveles de nitratos y amonio

El análisis del contenido de nitrato y amonio en el suelo de las parcelas indicó que los tratamientos solarizados tuvieron significativamente mayor contenido de nitratos y de amonio que los no solarizados (Cuadro 3). Esto concuerda con lo reportado por Chen *et al.* (1991), quienes afirman que suelos con mulch de plástico y suelos esterilizados con vapor de agua generalmente tienen mayores niveles de nutrientes solubles que los que no han sido tratados. Por su parte Besri (1991) encontró que en los suelos solarizados para controlar enfermedades fúngicas en tomate, el contenido de nutrientes era mayor.

Cuadro 1. Número de malezas por metro cuadrado de cantero en 2007 y 2008.

| Tratamientos | Nº malezas/m ² almacigo | |
|--------------------------------|------------------------------------|----------|
| | (36 dds) | (28 dds) |
| No solarizado | 573 a* | 1650 a* |
| Solarizado polietileno de 35µm | 23 b | 6 b |
| Solarizado polietileno de 80µm | 54 b | 15 b |
| CV (%) | 39 | 56 |
| LSD (5%) | 318 | 1166 |

*Diferencias significativas (P < 0,05).

Cuadro 2. Peso fresco y peso seco de malezas en 2007 y 2008.

| Tratamientos | 2007 (91 dds) | | 2008 (56 dds) | |
|--------------------------------|---------------|-------------|---------------|-------------|
| | P. fresco (g) | P. seco (g) | P.fresco (g) | P. seco (g) |
| No solarizado | 1432 a* | 256 a** | 1433 a* | 134 a* |
| Solarizado polietileno de 35µm | 16 b | 4 b | 0,2 b | 0,01 b |
| Solarizado polietileno de 80µm | 16 b | 5 b | 2,1 b | 0,21 b |
| CV (%) | 44 | 51 | 55 | 31 |
| LSD (1%) | 800 | 318 | 985 | 53 |

*Diferencias significativas (P < 0,05).

**Diferencias significativas (P < 0,01).

Cuadro 3. Contenido de nitratos y amonio en el suelo en 2007 y 2008.

| Tratamientos | 2007 (63 dds) | | 2008 (99 dds) | |
|--------------------------------|----------------|--------------|----------------|--------------|
| | Nitratos (ppm) | Amonio (ppm) | Nitratos (ppm) | Amonio (ppm) |
| No solarizado | 5 a* | 7 b* | 3 | 5* |
| Solarizado polietileno de 35µm | 114 b | 87 a | 33 | 85 |
| Solarizado polietileno de 80µm | 58 ab | 75 a | 25 | 60 |
| CV (%) | 34 | 21 | 66 | 44 |
| LSD (1%) | 73 | 45 | NS | 49,9 |

*Diferencias significativas (P < 0,05).

Cuadro 4. Altura del plantín y diámetro del falso tallo en 2007 y 2008.

| Tratamientos | 2007 (120 dds) | | 2008 (99 dss) | |
|--------------------------------|---------------------------|----------------------------------|---------------------------|----------------------------------|
| | Altura de plantín (cm) | Diámetro del falso tallo (mm) | Altura de plantín (cm) | Diámetro del falso tallo (mm) |
| No solarizado | 23 b* | 4,9 | 32 | 4,74 |
| Solarizado polietileno de 35µm | 28 ab | 4,8 | 36 | 4,97 |
| Solarizado polietileno de 80µm | 29 a | 4,9 | 37 | 5,41 |
| CV (%) | 12 | 12 | 9,8 | 11 |
| LSD (1%) | 5,05 | NS** | NS | NS |

*Diferencia significativas P< 0,05.

**NS: Diferencias estadísticamente no significativas.

Cuadro 5. Peso fresco y seco de 10 plantines en 2007 y 2008.

| Tratamientos | 2007 (120 dds) | | 2008 (99 dds) | |
|--------------------------------|----------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------------------|
| | Peso fresco plantín (g) | Peso seco plantín (g) | Peso fresco plantín (g) | Peso seco plantín (g) |
| No solarizado | 18 b* | 2 | 25 b* | 1,87 b* |
| Solarizado polietileno de 35µm | 23 a | 2,2 | 35 ab | 2,47 ab |
| Solarizado polietileno de 80µm | 26 a | 2,3 | 43 a | 2,97 b |
| CV (%) | 13 | 15 | 13 | 12 |
| LSD(0.05) | 5,08 | NS** | 10,33 | 0,64 |

*Diferencia significativas P< 0,05.

**NS: Diferencias estadísticamente no significativas.

Altura de plantín, diámetro del falso tallo, peso de plantines y contenido foliar de nitrógeno

La altura de los plantines de los tratamientos solarizados fue mayor que en el testigo en 2007. Katan y DeVay (1991) afirman que la solarización provoca cambios químicos, físicos y biológicos en el suelo que afectan el crecimiento y recomiendan que las prácticas culturales, como la fertilización, sean manejadas de acuerdo a esos resultados. En este trabajo se observó el aumento de los nitratos y del amonio en el suelo y los plantines de los tratamientos solarizados fueron de mayor altura debido posiblemente a ese mayor contenido de nitratos en el suelo. Debe tenerse en cuenta esto para no realizar aportes de nitrógeno mayores a los necesarios, lo que redundaría en plantines más débiles y susceptibles al ataque de enfermedades.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el diámetro del falso tallo entre los tratamientos (Cuadro 4).

El peso fresco de los plantines provenientes de las parcelas solarizadas tanto con polietileno de 35 como de 80 µg presentó los mayores valores y fue estadísticamente dife-

rente del tratamiento testigo (Cuadro 5). El peso seco fue mayor en los tratamientos solarizados en comparación con el testigo en 2008. Los plantines provenientes de los tratamientos con solarización presentaron un contenido de N foliar mayor que los del tratamiento sin solarizar (Cuadro 6) y esa diferencia fue estadísticamente significativa en 2008. Estos resultados pueden explicarse por el mayor contenido de nitratos y de amonio encontrado en los tratamientos solarizados en relación al no solarizado.

Cuadro 6. Contenido de nitrógeno foliar de los plantines en 2007 y 2008.

| Tratamientos | 2007 (120 dds) N (%) | 2008 (99 dds) N (%) |
|--------------------------------|-------------------------|------------------------|
| No solarizado | 2,97 | 4,3 b* |
| Solarizado polietileno de 35µm | 3,88 | 5,4 a |
| Solarizado polietileno de 80µm | 4,4 | 5,5 a |
| CV (%) | 21 | 7,8 |
| LSD (5%) | NS | 0,89 |

*Diferencia significativas P< 0,05.

Cuadro 7. Estado general de los plantines de las parcelas en 2007 y 2008.

| | Estado general de las parcelas ¹ (120 dds) | Estado general de las parcela ¹ (102 dds) |
|--------------------------------|--|---|
| Tratamientos | 2007 | 2008 |
| No solarizado | 3,2 b* | 2,7 b* |
| Solarizado polietileno de 35µm | 4,3 a | 4,7 a |
| Solarizado polietileno de 80µm | 5,0 a | 4,7 a |
| CV (%) | 10 | 1,8 |
| LSD (5%) | 0,93 | 1,6 |

¹ Estado general donde 1: malo y 5: excelente.

*Diferencia significativas P< 0,05.

Cuadro 8. Evaluación de punta seca en las hojas y superficie con manchas de botrytis.

| Tratamientos | 2007 (120 dds) | | 2008 (102 dds) | |
|--------------------------------|--------------------------------|--|--------------------------------|--|
| | Punta seca (%) ¹ | Superficie con manchas de botrytis (%) ¹ | Punta seca (%) ¹ | Superficie con manchas de botrytis (%) ¹ |
| No solarizado | 23 a* | 25 | 2,8 | 1,8 |
| Solarizado polietileno de 35µm | 15 b | 16 | 4,1 | 0,77 |
| Solarizado polietileno de 80µm | 13 b | 20 | 3,7 | 0,96 |
| CV (%) | 14 | 19 | 92 | 146 |
| LSD (5%) | 5,2 | NS | NS | NS |

¹Corregido por arcoseno raíz del porcentaje.

*Diferencia significativas P< 0,05.

**NS: Diferencias estadísticamente no significativas.

Evaluación del estado sanitario de los plantines

Los plantines provenientes de los canteros que habían sido solarizados presentaron un estado general significativamente más desarrollado al de los plantines del tratamiento no solarizado en ambos años, (Cuadro 7).

El porcentaje de punta seca de la primera hoja de esos mismos plantines fue estadísticamente superior en el tratamiento no solarizado en relación al solarizado en 2007 (Cuadro 8).

En cuanto a la superficie afectada por mancha de hoja (*Botrytis* spp.) no se detectaron diferencias entre tratamientos en ambas temporadas.

Conclusiones

Las temperaturas de suelo obtenidas tanto en el tratamiento solarizado con polietileno de 35 µm como con el de 80 µm fueron suficientes para reducir significativamente el banco de semillas de malezas en relación al tratamiento testigo.

La calidad de los plantines no fue significativamente diferente entre los canteros solarizados (polietileno de 35 µm y 80 µm) pero sí con los no solarizados.

Desde el punto de vista sanitario los plantines de las parcelas solarizadas con polietileno de 35 o de 80 µm no fueron diferentes entre sí, pero fueron mejores que los de las no solarizadas en ambas temporadas. Este efecto podría deberse a la presencia de mayor humedad en los almácigos donde hay mayor cantidad de malezas, lo que favorecería el desarrollo de enfermedades.

Teniendo en cuenta que el polietileno de 35 µm es más económico pero el de 80 µm más resistente a la rotura, con igual eficiencia sería conveniente el empleo de un espesor intermedio (40-50 µm) para combinar disminución de costos, duración y un manejo más fácil del polietileno.

Bibliografía

- Arbolea J, Campelo E, Rodríguez J. 2006. Solarización de canteros para almácigos de cebolla. *Revista INIA*, 8: 21 - 24.
- Besri M. 1991. Solarization of soil and agricultural materials in Morocco for control of Verticillium wilt and Didymella stem canker in tomato. En: Katan J, DeVay JE. [Eds.]. Soil Solarization. Boca Raton : CRC. pp. 237 - 243.

- Campelo E, Arboleya J, Rodríguez J.** 2006a. Módulos de manejo integrado en almácigos de cebolla : solarización de canteros de almácigos - 2da Jornada. Montevideo: INIA. 12p. (Actividades de Difusión ; 463).
- Campelo E, Arboleya J, Rodríguez J.** 2006b. Módulos de manejo integrado en almácigos de cebolla. solarización de canteros en almácigos. Montevideo : INIA. 17p. (Actividades de Difusión ; 466).
- Chen Y, Gamliel A, Stapleton JJ, Aviad T.** 1991. Chemical, physical and microbial changes related to plant growth in disinfected soils. En: Katan J, DeVay JE. [Eds.]. *Soil Solarization*. Boca Raton : CRC. pp. 103 - 121.
- Davis JR.** 1991. Soil solarization pathogen and disease control and increases in crop yield and quality : short and long term effects and integrated control. En: Katan J, DeVay JE. [Eds.]. *Soil Solarization*. Boca Raton : CRC. pp. 39 - 50.
- DeVay JE.** 1991. Historical review and principles of soil solarization [En línea]. Consultado marzo 2012. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/t0455e/T0455E03.htm#historical%20review%20and%20principles%20of%20soil%20solarization>
- Elmore CL.** 1991a. **Use of solarization for weed control** [En línea]. Consultado marzo 2012. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/t0455e/T0455E0c.htm#Use%20of%20solarization%20for%20weed%20control>.
- Elmore CL.** 1991b. Weed control by solarization. En: Katan J, DeVay JE. [Eds.]. *Soil Solarization*. Boca Raton : CRC. pp. 61 - 72.
- Elmore C, Stapleton J, Bell C, DeVay J.** 1997. Soil Solarization : A Nonpesticidal method for controlling diseases, nematodes, and weeds. [En línea]. Consultado marzo 2012. Disponible en: <http://vric.ucdavis.edu/pdf/soil.solarization.pdf>.
- Grinstein A, Hetrozni A.** 1991. The technology of soil Solarization. En: Katan J, DeVay JE. [Eds.]. *Soil Solarization*. Boca Raton : CRC. pp. 159 - 170.
- Horowitz M, Regev Y, Herlinger G.** 1983. Solarization for weed control. *Weed Science*, 31: 170 - 179.
- Katan J, DeVay JE.** 1991. Soil Solarization: historical perspectives, principles and uses. En: Katan J, DeVay JE. [Eds.]. *Soil Solarization*. Boca Raton : CRC. pp. 23 - 37.
- Lira-Saldivar RH, Salas MA, Cruz J, Coronado A, Hernández FD, Guerrero E, Gallegos G.** 2004. Solarization and goat manure on weeds management and melon yield. *International Phytton*, 73: 205 - 211.
- Sahile G, Abebe G, Al-Tawaha AM.** 2005. Effect of soil solarization on Orobanche soil seed bank and tomato yield in Central Rift Valley of Ethiopia. *World Journal of Agricultural Sciences*, 1(2): 143 - 147.
- Stapleton JJ.** 1990. **Thermal inactivation of crop pests and pathogens and other soil changes caused by solarization.** [En línea]. Consultado marzo 2012. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/t0455e/T0455E06.htm#3.%20Physical%20effects%20of%20soil%20solarization>
- Stapleton JJ, Elmore CL, DeVay JE.** 2000. Solarization and biofumigation help disinfest soil. *California Agriculture*, 54(6): 42 - 45.
- Sundari A, Suresh Kumar SM.** 2008. Effect of soil solarization on the weed control, weed seed dynamics and pod yield of groundnut (*Arachis hypogea* L.). *Indian Journal of Agricultural Research*, 42(2): 150 - 152.