



Solarización y Biosolarización de Suelos

Solarización

Imagina aprovechar la energía del sol para destruir a tus enemigos. Al igual que Arquímedes, el antiguo griego que usaba espejos para concentrar la luz solar para quemar la invasora flota romana, los agricultores pueden destruir o deshabilitar insectos, enfermedades, nematodos y malezas en el campo. La técnica conocida como solarización consiste en colocar plástico transparente sobre un suelo húmedo. La solarización durante los meses más calurosos del año, que en algunas áreas puede comenzar desde mediados de la primavera hasta principios del otoño, puede elevar las temperaturas del suelo a niveles que matan o debilitan muchos patógenos del suelo, insectos, nematodos, semillas de malezas y plántulas. Este proceso puede ser eficaz durante muchas temporadas, mejora la labranza del suelo y libera muchos nutrientes, principalmente nitrógeno en forma de amonio y nitratos para el cultivo, así como calcio, magnesio y potasio (Barakat y AL-Masri, 2011). Y quizás lo mejor de todo, la solarización y la biosolarización no requieren el uso de fumigantes tóxicos.

Pasos en la solarización:

- Prepare el área disqueando o labrando del suelo. Rompa los terrones y haga que la superficie sea lo más suave posible.
- Riegue profundamente el suelo hasta aproximadamente el 70% de la capacidad de retención de agua.
- Tan pronto como pueda ingresar al campo, cubra el área con plástico transparente resistente a los rayos UV.
- El plástico se puede colocar plano sobre grandes áreas o en tiras sobre camas.
 - La solarización de las camas deja los surcos fuera del proceso de calentamiento, por lo que las malezas emergerán una vez que se mojen. La cinta de goteo se puede colocar en el centro de la cama antes de aplicar el plástico para el riego una vez que finaliza el proceso de solarización y se siembra el cultivo. Sin embargo, con la cobertura de camas, el control a largo plazo de patógenos y nematodos del suelo puede perderse debido al suelo no tratado en los surcos que pueden ser franjas de contaminación y pueden re-infectar las áreas tratadas.

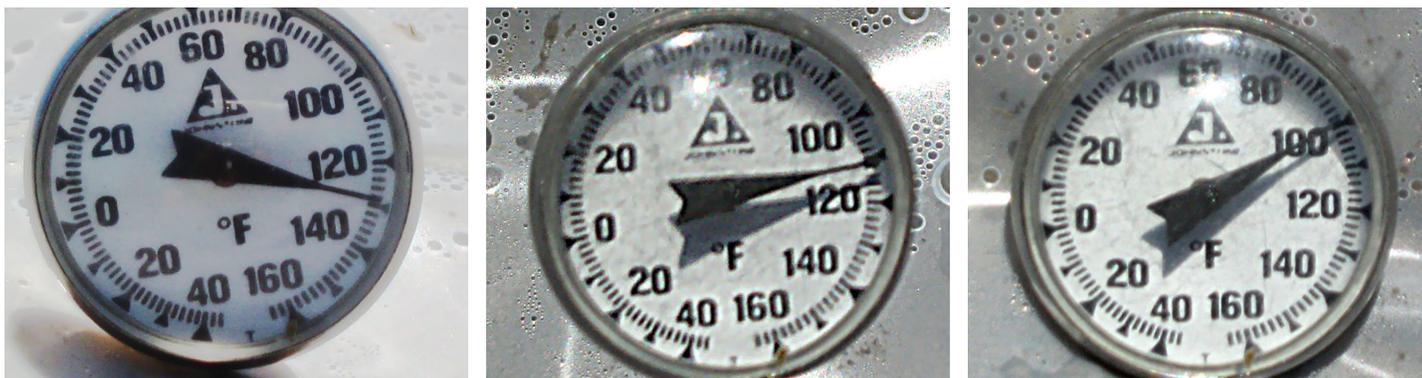


Solarización. Foto: Martin Guerena, NCAT



Solarización plana. Foto: Martin Guerena, NCAT

- La solarización plana puede tener camas poco profundas o no tener camas. Formando camas después de la solarización plana, es posible que aparezcan semillas de malezas según la profundidad del arado y la formadora de la cama. Se recomienda la solarización plana si el suelo está muy infestado con plagas del suelo o malezas perennes, ya que hay menos posibilidades de reinfestación por el suelo no solarizado que se traslada a las plantas a través del cultivo o el agua de riego por surcos.



Temperatura en la superficie (1), temperatura a 3 pulgadas de profundidad (2), y temperatura a 6 pulgadas de profundidad (3). Fotos: Martin Guerena, NCAT

- Entierre las orillas del plástico con el suelo para atrapar y mantener el calor, y para reducir el riesgo de perder el plástico con vientos fuertes.
- Deje el plástico en su lugar durante 4 a 6 semanas, según la ubicación, para lograr un efecto de solarización profunda. La textura del suelo puede determinar el tiempo necesario para obtener el máximo beneficio, la arcilla contiene más agua y retiene más calor que los suelos arenosos.

Una vez que se empiece la solarización, asegúrese y repare cualquier rasgadura en el plástico con cinta adhesiva. Si el viento levanta el borde del plástico, vuelva a enterrar rápidamente los bordes para mantener el calor y la humedad.

Las inconveniencias de la solarización incluyen:

- Mantener la tierra fuera de producción mientras ocurre la solarización.
- Retirar y desechar el mantillo de plástico. Hasta que se desarrolle un plástico fuerte, duradero y biodegradable, los agricultores tendrán que confiar en el poliuretano producido de forma petroquímica que termina en el basurero. El plástico utilizado en la solarización plana se puede cortar y doblar en piezas manejables para su reutilización.
- Las áreas con vientos fuertes, demasiada lluvia o niebla pueden reducir los beneficios de la solarización.
- Las malezas perennes, como la cebolleta o coquito, la corregüela, pasto de bermuda o grama Johnson, son más difíciles de controlar, especialmente en la solarización de la cama o en los bordes de la solarización plana.
- Los microorganismos beneficiosos también sucumbirán a las altas temperaturas, pero se recuperarán y eventualmente se restablecerán.
- Puede tener que inocular semillas de leguminosas con rhizobium si se siembra en suelo solarizado.

¿Qué tan caliente se pone el suelo durante la solarización?

Depende de la textura del suelo y de la cantidad de humedad que este contenga. Entre más arenoso es el suelo, menos agua retiene, por lo tanto, menos calor se transfiere. Los suelos arcillosos retienen más agua que la arena y transfieren calor a través del perfil con mayor facilidad. Las siguientes son imágenes de un simple termómetro de cocina de seis pulgadas utilizado para monitorear las temperaturas del suelo en la superficie debajo del plástico, a tres pulgadas de profundidad y a seis pulgadas de profundidad. La ubicación está en Davis California, alrededor de las 4 p.m. del 16 de julio de 2015, con una temperatura ambiente de 93°F. Foto 1 muestra el termómetro a 129°F en la superficie del suelo justo debajo del plástico. Todas las semillas y plántulas en la superficie a estas temperaturas durante 4 semanas esencialmente se cocinan y no son viables. En la foto 2, el termómetro lee 110°F a tres pulgadas debajo de la superficie y la foto 3 el termómetro lee 100°F a seis pulgadas debajo de la superficie. El banco de semillas de malezas en este perfil está expuesto a estas altas temperaturas por períodos más largos de lo normal, lo que afecta su viabilidad y tasa de germinación (Vidotto et al., 2013).

Biosolarización

La biosolarización combina la solarización con la des-infestación anaeróbica del suelo (DAS). DAS crea condiciones anaeróbicas temporales en el suelo que fomentan los microorganismos anaeróbicos que descomponen las fuentes de carbono disponibles, producen ácidos orgánicos, aldehídos, alcoholes, amoníaco, iones metálicos y compuestos orgánicos volátiles que son tóxicos o supresores de plagas y enfermedades del suelo (Momma, 2008; Huang et al., 2015; van Agtmaal et al., 2015). La adición de enmiendas orgánicas es la fuente de carbono responsable de este proceso bio-pesticida. Las enmiendas o biomasa pueden ser materiales compostados o materiales orgánicos no compostados. La biomasa procesada o compostada tiene menos carbono disponible, introduce

más organismos benéficos y, por lo general, se recomienda como una enmienda conjunta. La biomasa no procesada, como el cultivo de cobertura incorporado, los subproductos agrícolas como el orujo o el estiércol, tienen mayor carbono disponible, lo que lo hace más efectivo en la biosolarización. Se recomienda un mínimo de cinco toneladas por acre de aplicación de biomasa. El tiempo necesario para la biosolarización es de cinco a nueve días para acumular ácidos grasos volátiles para inactivar las semillas de malezas y las enfermedades de las plantas transmitidas por el suelo (Achmon et al., 2017; Momma, 2008). Si se utilizan desechos agrícolas, entre más finas sean las partículas, más rápido podrán consumirlos los microorganismos. La incorporación profunda de la biomasa en el suelo da como resultado un mejor efecto de fumigación por el perfil del suelo. Una vez que se completa la biosolarización, es posible que el suelo tenga que airearse después de retirar el plástico para poder plantar.

Ventajas de la biosolarización sobre la solarización regular incluye lo siguiente:

- Recicla los residuos agrícolas.
- Período de tratamiento más cortó (cinco a nueve días).
- Efectivo en zonas más frías con menos sol.
- Puede comenzar el proceso inmediatamente después de la incorporación del cultivo de cobertura.
- La calidad del suelo mejora con materia orgánica agregada.
- Los beneficios se acumulan en capas de suelo más profundas en comparación con la solarización.

Los riesgos y costos de la fumigación convencional para la seguridad humana y la salud ambiental hacen que la solarización y la biosolarización sean una alternativa segura, efectiva y sostenible en muchos lugares del país.

Ensayos de Solarización y Biosolarización

Se realizaron dos ensayos en seis granjas en el norte de California. El primer ensayo se realizó a fines del verano/ principios del otoño entre el 13 de agosto y el 13 de octubre de 2020. El segundo ensayo se realizó a fines de la primavera / principios del verano del 28 de abril al 9 de julio de 2021. Cada una de las nueve parcelas de tratamiento era de aproximadamente 5' x 9.67', totalizando 0.01 acres. Se utilizó la prueba estadística conocida como análisis de varianza (ANOVA) para analizar los datos extraídos de los resultados de los rodales de malezas del tratamiento medidos por porcentaje de dosel. Se evaluó la germinación de malezas comparando el dosel de la parcela de control con las otras áreas de tratamiento utilizando Canopeo, una herramienta de medición de cubierta de dosel verde. Cada granja tenía nueve parcelas de prueba con tres tratamientos



El control sin tratamiento con coquillo, malva, correhuela o enredadera, cenizo, amaranto o blendo y pangola o zacate cangrejo.



Solarización por cuatro semanas con correhuela o enredadera.



Biosolarización por una semana con correhuela o enredadera.

Fotos: Martin Guerena, NCAT

separados asignados al azar: tres parcelas para el control sin tratamiento; tres parcelas para solarización con cubierta de plástico transparente durante 32 días; tres parcelas para biosolarización con 5 toneladas/acre equivalente de compost y cubiertas de plástico transparente durante ocho a 10 días. Las parcelas de investigación en cada granja se presentaron en un diseño de bloque completo aleatorio.

Los resultados de ambos ensayos indicaron que los tratamientos de solarización y biosolarización tuvieron un efecto significativo sobre la germinación de las malezas o el porcentaje de cobertura vegetal. No hubo diferencia

significativa en el porcentaje de cobertura vegetativa observado entre parcelas solarizadas y biosolarizadas; sin embargo, las reducciones en el porcentaje de cobertura vegetativa logradas por la biosolarización ocurrieron aproximadamente en un cuarto del tiempo que se tardó en lograr la solarización. Se necesitan estudios adicionales para determinar bajo qué entornos la solarización y la biosolarización son prácticas viables de control de malezas, pero nuestro estudio sugiere que la biosolarización es de hecho una forma efectiva y rápida de controlar significativamente las malezas.

Referencias

Achmon, Y., J.D. Fernandez-Bayo, K. Hernandez, D.G. McCurry, D.R. Harrold, J. Su, R.M. Dahlquist-Willard, J.J. Stapleton, J.S. VanderGheynst, C.W. Simmons. 2017. Weed seed inactivation in soil mesocosms via biosolarization with mature compost and tomato processing waste amendments. *Pest Management Science*. Volume 73, Issue 5. May. p. 862-873.

Barakat, R.M. and M.I. AL-Masri. 2011. Enhanced Soil Solarization against *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* in the Uplands. *International Journal of Agronomy*, Vol. 2012.

Huang Xinqi, Teng Wen, Jinbo Zhang, Lei Meng, Tongbin Zhu, Zucong Cai. 2015. Toxic organic acids produced in biological soil disinfection mainly caused the suppression of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*. *BioControl*. February. p. 113-124.

Momma, Noriaki. 2008. Biological soil disinfection (BSD) of soilborne pathogens and its possible mechanisms. *Japan Agricultural Research Quarterly: JARQ*. Vol. 42. Issue 1. p. 7-12.

van Aagtmaal, Maaïke, Gera J. van Os, W.H. Gera Hol, Maria P.J. Hundscheid, Willemien T. Runia, Cornelis A. Hordijk, and Wietse de Boer. 2015. Legacy effects of anaerobic soil disinfection on soil bacterial community composition and production of pathogen-suppressing volatiles. *Frontiers in Microbiology*. July. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2015.00701>

Vidotto F., F. De Palo, A. Ferrero. 2013. Effect of short-duration high temperatures on weed seed germination. *Annals of Applied Biology*. September. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/aab.12070>

Recursos

Soil Solarization for Pests in Gardens and Landscaping. 2008. By J. J. Stapleton, C. A. Wilen, R. H. Molinar. University of California Statewide Integrated Pest Management Program. October. <http://ipm.ucanr.edu/PMG/PESTNOTES/pn74145.html>

Soil Solarization – A Nonpesticidal Method for Controlling Diseases, Nematodes and Weeds. 1997. Clyde Elmore, J.J. Stapleton, C.E. Bell, J.E. Devay. Vegetable Research and Information Center. http://vric.ucdavis.edu/pdf/soil_solarization.pdf

Biosolarización: Control Sostenible de Malezas. Por el Centro Nacional de Tecnología Apropiada (NCAT). www.youtube.com/watch?v=CXNA2JboqWQ

En este video, el especialista en agricultura sostenible del Centro Nacional de Tecnología Apropiada, Martín Guarena, analiza la biosolarización, un método de control de malezas nuevo, innovador y sostenible.

Biosolarización Para Controlar las Malezas. Taller del Centro Nacional de Tecnología Apropiada (NCAT) <https://www.youtube.com/watch?v=5TKlqhto1eU&t=8s>

Un taller con Martín Guarena, Especialista en Agricultura Sostenible del Centro Nacional de Tecnología Apropiada (NCAT) con el Dr. Jesús D. Fernández-Bayo, Investigador Profesional con el Departamento de Ingeniería Agrícola y Biológica de la Universidad de California en Davis.

Solarización y Biosolarización de Suelos

Por Martín Guarena, NCAT Especialista en Agricultura Sostenible
Publicado en May de 2022 ©NCAT
SP590 • Ranura 615 • Versión 052422



Esta publicación es producida por el Centro Nacional de Tecnología Apropiada a través del programa de Agricultura Sostenible ATTRA, en virtud de un acuerdo de cooperación con el Desarrollo Rural del USDA. Esta publicación también fue posible en parte gracias a la financiación del Instituto Nacional de Alimentos y Agricultura del USDA, premio número 2019-38640-29880 a través del programa de Investigación y Educación de Agricultura Sostenible Occidental, número de proyecto OW20-360. ATTRA.NCAT.ORG.