

EFFECTO DE LA SOLARIZACION DEL SUELO SOBRE LA POBLACION DE MALEZAS Y DEL HONGO *Rhizoctonia solani*, DURANTE LA ESTACION LLUVIOSA EN ALAJUELA, COSTA RICA¹

Juan Ramón Navarro *
Dennis Mora *
Jorge Díaz **
Hernán Vilchez **
Eugenio Corrales **

ABSTRACT

Effect of soil solarization on weeds and *Rhizoctonia solani* populations, during the rainy season, in Alajuela, Costa Rica. Solar heating of soil (solarization) was used to control weeds and an artificially inoculated fungus (*R. solani*) during the rainy season, in Alajuela, Costa Rica. Six treatments were used: 103 Hours of Solar Radiation (HSR), 142 HSR, 177 HSR, 215 HSR and 2 controls, one of them inoculated. Daily HSR were added up until the selected quantities was reached. Transparent plastic, 0.2 mm thick, was used for solarization. The damage on cotton seedlings was used as indication of fungal activity; also, counts of broadleaf weeds, grasses and sedges were taken. An estimated maximum of 241 HSR showed the highest control of broadleaf weeds and 163 HSR for grasses. Counts of sedges were not consistent; however, 177 HSR reduced these weeds by 87% compared with the control. By a similar comparison, the highest reduction on the incidence of *R. solani* was 71% with 215 HSR.

INTRODUCCION

Algunos cultivos de agricultura intensiva requieren de la desinfección del suelo para evitar las pérdidas que causan los patógenos del suelo, algunas plagas y las malezas. Un recurso a disposición de los agricultores es la desinfección química; sin embargo, el costo de esta práctica discrimina a muchos cultivos y sólo permite su empleo en aquellos de alta rentabilidad (Pullman *et al.*,

1984). Además, la utilización continua de la desinfección química en un mismo terreno, puede resultar en una acumulación de residuos capaz de intoxicar a las plantas o al consumidor, si el producto cultivado en ese terreno es comestible (Pullman *et al.*, 1984). La necesidad de equipo especial de seguridad, personal altamente calificado para aplicar estos métodos de combate y la reinfección rápida del suelo tratado, son otras razones enumeradas en contra del uso continuo del combate químico y a favor de la solarización (Katan, 1980; 1981).

La alternativa de la solarización como medio de desinfección del suelo, se ha venido utilizando en latitudes con estaciones climáticas bien definidas, donde el verano ofrece muchos días consecutivos de alta radiación solar. Su utilización como

1/ Recibido para publicación el 24 de marzo de 1991.
* Centro de Investigaciones en Protección de Cultivos, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.
** Escuela de Fitotecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

método de combate de enfermedades, se ha podido comprobar en cultivos tales como tomate, berenjena y papa, en los cuales ha producido una reducción significativa de *Verticillium* sp.; en papa y cebolla disminuyó el ataque de *Rhizoctonia solani*; y en algunos ensayos con maní, algodón y melón se observó un combate efectivo de *Sclerotium rolfsii* y de *Fusarium* sp. (Katan, 1981).

Algunas pruebas sin cultivo específico involucrado mostraron reducciones significativas de los propágulos de *Phyium* sp., *Thielaviopsis basicola* y *Rhizoctonia solani*, en la capa arable del suelo (Katan, 1981).

La solarización se ha mostrado efectiva contra malezas de los géneros *Amaranthus*, *Anagallis*, *Avena*, *Capsella*, *Chenopodium*, *Convolvulus*, *Cynodon*, *Digitaria* y contra *Cyperus rotundus* (Katan, 1981; Pullman *et al.*, 1984 y Gristein *et al.*, 1979). En Costa Rica, en pruebas que integraron la técnica de la solarización y el combate biológico con *Trichoderma harzianum*, se observó, en coliflor, una disminución significativa en la incidencia de malezas de hoja ancha y una reducción de la población inicial del nematodo *Helicotylenchus* spp. Madriz (1987); en un ensayo similar en semilleros de café, logró comprobar que la actividad de *Fusarium* sp. se reducía significativamente conforme aumentaba el tiempo de exposición del suelo a la solarización; ambos autores observaron un aumento en el vigor de las plantas, proporcional al aumento en el tiempo de exposición del suelo a la solarización. Ambas investigaciones (Mesén, 1987; Madriz, 1987) se condujeron bajo condiciones de nubosidad.

Estos resultados promisorios que se obtuvieron aún durante la época lluviosa indujeron a plantear el presente ensayo en la época lluviosa de Alajuela, Costa Rica, haciendo algunas modificaciones en el método para determinar el tiempo de exposición del suelo a la solarización, con el objetivo de evaluar el efecto de distintos períodos de exposición del suelo a la solarización, sobre las malezas y el hongo *R. solani*.

MATERIALES Y METODOS

El ensayo se llevó a cabo en la Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno, a 850 msnm, perteneciente a la zona de vida definida de

bosque húmedo premontano, con un clima subhúmedo, caliente, y una estación seca muy larga (más de 70 días con déficit de agua) (Herrera, 1986). La prueba se realizó entre los meses de octubre y noviembre de 1989, que corresponde con la estación lluviosa de la región.

El terreno utilizado para la investigación fue una área altamente infestada de malezas de todo tipo, por lo que se deshierbó manualmente y se le hizo un solo pase de rastra.

El diseño utilizado fue un Bloques Completos al Azar con 6 repeticiones; se utilizaron parcelas de 1,5 m de ancho por 2 m de largo. El suelo de estas parcelas se inoculó con un aislamiento de *Rhizoctonia solani* de la misma Estación Experimental, que anteriormente se había puesto a crecer sobre avena, la cual fue profusamente colonizada por el hongo; este medio se revolvió posteriormente con suelo seco para facilitar la distribución en el campo. La inoculación se realizó 22 días antes de que se colocaran las coberturas plásticas, con el fin de que el hongo se distribuyera homogéneamente en la parcela. El propósito de la inoculación artificial fue asegurar la presencia uniforme del hongo en el terreno.

Se establecieron 6 tratamientos: 103, 142, 177 y 215 Horas de Radiación Solar (HRS), un testigo sin inóculo y sin cobertura y otro con solo inóculo. El cálculo de las HRS a utilizar en el ensayo se hizo de la siguiente manera: se seleccionó una fecha para colocar las coberturas plásticas; con esta fecha fija, se calculó, por medio de las estadísticas de los últimos 10 años, de la Estación Meteorológica de la Estación Experimental, un promedio del total de HRS que recibiría el suelo en las 3 semanas siguientes; este total correspondió al primer tratamiento. El mismo procedimiento se siguió para 4, 5 y 6 semanas. Durante la ejecución del ensayo, se sumaron las HRS diarias a partir de la fecha de inicio, y cuando se completó la cantidad de HRS, previamente establecida para cada tratamiento, se quitó la cobertura plástica.

El plástico empleado fue polietileno transparente de 0,2 mm de grosor; las coberturas plásticas se colocaron todas el mismo día y se sellaron con suelo; en ese momento, el suelo se encontraba a capacidad de campo.

El daño causado por *R. solani* en plántulas de algodón se utilizó como indicador de la actividad del hongo. La siembra de algodón se realizó el día que se retiró la cobertura plástica y 8 días

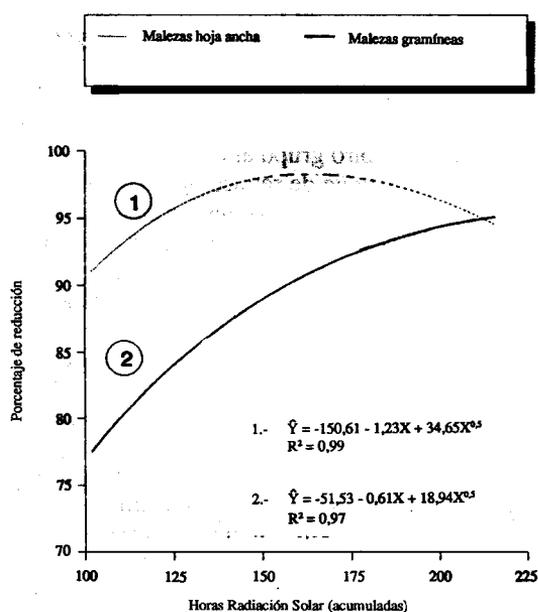
después se evaluó el número de plántulas de algodón afectadas por el hongo; 10 días después de retirar la cobertura se evaluó el número de malezas de hoja ancha, gramíneas y ciperáceas.

RESULTADOS Y DISCUSION

El análisis de variancia realizado para las variables evaluadas mostró diferencias altamente significativas entre los tratamientos; el Cuadro 1 muestra las medias de las variables evaluadas. Es evidente la reducción en el número de malezas gramíneas, de hoja ancha y ciperáceas, así como en el porcentaje de plántulas enfermas (medida de la actividad de *R. solani*), provocada por la exposición diferencial del suelo a las condiciones de solarización.

Al comparar las medias del porcentaje de plántulas enfermas, para los testigos (Cuadro 1), se puede concluir que el inóculo de *R. solani* colonizó satisfactoriamente y de manera uniforme, el terreno de prueba; además, el inóculo artificial incrementó la población existente del hongo. Este incremento en la población del hongo pudo también ser el responsable de la disminución del 17% en el número de malezas (Cuadro 1). Muchas de las malezas presentes en el terreno de prueba -principalmente las gramíneas y las ciperáceas- son de reproducción vegetativa; es factible que los propágulos de algunas de estas malezas se vieran afectados directamente por *R. solani* lo que impidió su desarrollo.

A pesar de la reducción que pudiera provocar el hongo, permaneció una población grande de propágulos de malezas para evaluar el efecto directo de la solarización del suelo. La Figura 1 muestra que el número de malezas, tanto gramíneas como de hoja ancha, con respecto al testigo inoculado, fue reduciéndose conforme se aumentó el número de HRS. La primera derivada de cada



Cuadro 1. Efecto de la solarización sobre la población de malezas y el porcentaje de plántulas de algodón por *R. solani*. Alajuela, Costa Rica, 1989. (Los datos están dados en promedios de 6 repeticiones).

Tratamientos	Número de malezas				% Plantas enfermas
	Totales	Ciperáceas	Hoja ancha	Gramíneas	
Testigo absoluto	114,00	16,50	68,50	29,00	86,96
Testigo más inóculo	94,67	3,17 3,35% ¹	78,00 82,39%	13,50 14,20%	92,23
103 HRS.	24,50	6,00	17,33	1,17	75,79
142 HRS.	11,67	3,00	8,17	0,50	54,95
177 HRS.	7,33	0,67	6,67	0,17	43,06
215 HRS.	6,83	3,17	2,83	0,83	27,22

¹ Porcentaje calculado con respecto al total de malezas.

* Horas de Radiación Solar.

una de las ecuaciones de regresión permite estimar la cantidad de horas de radiación solar con las que se logra un máximo de reducción; para malezas de hoja ancha este máximo se presenta con 241 HRS y 163 HRS para gramíneas. La gran diferencia entre el máximo para malezas de hoja ancha y el máximo para gramíneas se pudo deber a la desigual presencia inicial de malezas en el terreno (Cuadro 1). Del total de malezas para el testigo inoculado, un 82% eran malezas de hoja ancha, un 14% corresponde a malezas gramíneas y un 3,4% a ciperáceas; sin embargo, no se podrían descartar otras razones como por ejemplo, la resistencia diferencial de las estructuras reproductivas de uno y otro grupo al efecto del calor.

El porcentaje de reducción de malezas ciperáceas se comportó en forma errática, de manera que no se pudo obtener una ecuación de regresión satisfactoria para este comportamiento; sin embargo, el tratamiento de 177 HRS produjo una reducción de 87% con respecto al testigo inoculado.

La maleza *Cyperus rotundus*, único representante de las ciperáceas encontrado en este ensayo, presentó una distribución homogénea en el terreno que se escogió para realizar la prueba, sin embargo, los propágulos de esta maleza se distribuyen de forma muy variada a diferentes profundidades de la capa del suelo. Como la solarización del suelo pierde efectividad con la profundidad (Katan, 1980; Pullman *et al.*, 1979), es posible que en este ensayo se haya logrado un buen combate de la maleza en la capa superficial del suelo (5 cm), en la que se acumula la mayor cantidad de calor y se alcanza la máxima temperatura (Katan, 1981; Pullman *et al.*, 1979); sin embargo, a mayores profundidades, las estructuras reproductivas de la maleza, pudieron haber escapado al efecto de la solarización y emerger una vez que las condiciones les fueron propicias; esto podría explicar el comportamiento errático de la variable.

También, podría pensarse en una alta resistencia de los propágulos de esta maleza al efecto de la solarización, y por lo tanto, para obtener resultados más concretos de reducción, se requiera ampliar el período de exposición del suelo a las condiciones de solarización o, como sugieren algunos autores, mantener el suministro de agua constante durante el período en que el suelo se somete a la solarización para aprovechar la capacidad conductora de calor del agua y trasladar el efecto de la solarización a mayores profundidades (Gristein *et al.*, 1979; Pullman *et al.*, 1979; Katan,

1981). Sin embargo, los resultados obtenidos para *Cyperus rotundus* en esta prueba son prometedores.

La actividad de *Rhizoctonia solani*, medida como incidencia del mal del talluelo en plántulas de algodón, altamente susceptibles al hongo, también se redujo significativamente conforme aumentaron las HRS a que se expuso el suelo. La Figura 2 muestra la relación entre el porcentaje de reducción de la incidencia, con respecto al testigo inoculado, y el acumulado de horas de radiación solar.

De la comparación entre las Figuras 1 y 2 (Figura 3) se puede concluir que la solarización fue más efectiva en el combate de malezas que en el combate de *R. solani*; por ejemplo, con 177 HRS se logró una reducción de aproximadamente el 90% de la población de malezas de hoja ancha, mientras que con las mismas horas, se logró una reducción del 50% en la población del hongo, medida como incidencia. Este resultado se puede interpretar como evidencia de la alta población de *R. solani* lograda con la inoculación artificial.

La máxima reducción en la incidencia de *R. solani* lograda en esta prueba fue de aproximadamente 71% que es un porcentaje significativo;

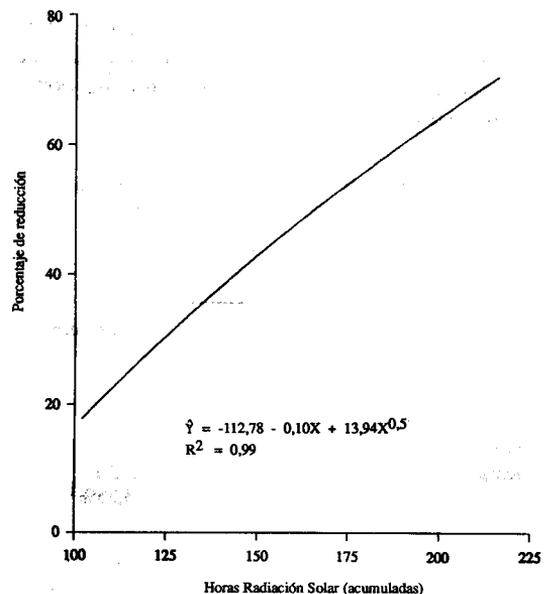


Fig. 2. Efecto de la solarización del suelo sobre la incidencia de *Rhizoctonia solani* en plántulas de algodón. Alajuela, Costa Rica, 1989.

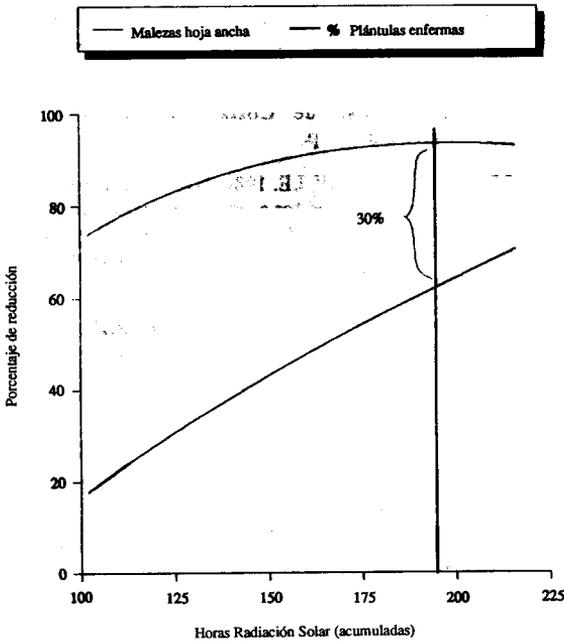


Fig. 3. Comparación entre el comportamiento de la población de malezas de hoja ancha y la población del hongo *Rhizoctonia solani*. Alajuela, Costa Rica, 1989.

sin embargo, un 29% de incidencia representa aún un problema serio. La inoculación artificial cubrió la capa superficial del suelo y el tiempo de 22 días que se esperó para iniciar la prueba fue suficiente para que el hongo colonizara el área; se podría pensar que la preparación del terreno, previa a la inoculación, no fue suficiente y que un solo pase de rastra dejó una capa de suelo compuesta de agregados grandes, con muchos espacios entre ellos, que disminuyeron la capacidad conductora de calor del suelo (Katan, 1980; 1981; Pullman *et al.*, 1979); este fenómeno pudo haber creado "islas" en la capa superficial del suelo, donde el hongo logró escapar del efecto de la solarización y manifestarse luego en parches dentro de las parcelas.

Los resultados de esta prueba demuestran que la solarización es un método de combate de malezas viable, aún bajo condiciones de alta nubosidad. La reducción lograda en el número de malezas de hoja ancha y malezas gramíneas fue notoria; sin embargo, para lograr un efecto más consistente sobre *Cyperus rotundus* se deberían estudiar aspectos tales como el período de exposición del suelo a la solarización, la incorporación de un sistema de riego que mantenga el suministro de agua constante durante el período en que el suelo

se somete a solarización, la preparación del terreno y el tipo de suelo; también puede ser factible la incorporación a este método de algunas otras formas de combate, tanto físicas como químicas, sobre todo en terrenos que se someten por primera vez a la solarización.

Los resultados observados con *Rhizoctonia solani* enfatizan la importancia de una buena preparación del terreno, en combinación con la técnica de solarización; sin embargo, demuestran que la técnica es efectiva como método de combate de este hongo de suelo, bajo condiciones de alta nubosidad. De la misma forma que con las malezas, se deben estudiar muchos aspectos relacionados con el método, con el terreno y con los diferentes patógenos de suelo; es factible, también, la integración de otros métodos de combate en situaciones específicas, siempre con la ventaja no contaminante de la solarización.

RESUMEN

El calentamiento del suelo, o solarización, fue empleado para combatir malezas y el hongo *R. solani*, artificialmente inoculado en un terreno, durante la estación lluviosa, en Alajuela, Costa Rica. Se utilizaron 6 tratamientos: 103 Horas de Radiación Solar (HRS), 142 HRS, 177 HRS, 215 HRS y dos testigos, uno de ellos con inóculo de *R. solani*. Una vez iniciada la prueba, se sumaron las HRS diarias hasta completar las cantidades previamente establecidas. El plástico utilizado fue polietileno transparente de 0,2 mm de grosor. El daño en plántulas de algodón se utilizó como indicador de la actividad del hongo; también se evaluó el número de malezas de hoja ancha, gramíneas y ciperáceas. El máximo combate de malezas de hoja ancha se logró con 214 HRS y el de gramíneas con 163 HRS. El comportamiento de las ciperáceas no fue tan consistente; sin embargo, el tratamiento de 177 HRS produjo una reducción de 87% con respecto al testigo inoculado. La reducción más alta en la incidencia de *R. solani* fue de 71% con 215 HRS con respecto al testigo inoculado.

LITERATURA CITADA

- GRISTEIN, A.; KATAN, J.; ABDUL-RAZIK, A.; ZEIDAN, O.; ELAD, Y. 1979. Control of *Sclerotium rolfsii* and weeds in peanut by solar heating of soil. Plant Dis. Rep. 63:1056-1059.

- HERRERA, W. 1986. Clima de Costa Rica. *In* Vegetación y clima de Costa Rica, Tomo 2. Ed. by L.D. Gómez. San José, Editorial Universidad Estatal a Distancia.
- KATAN, J. 1980. Solar pasteurization of soil for disease control, status and prospects. *Plant Dis. Rep.* 64:450-454.
- KATAN, J. 1981. Solar heating (solarization) of soil for control of soilborne pests. *Annual Rev. Phytopathol.* 19:211-236.
- MADRIZ, M. 1987. Combate integrado del mal del talluelo causado por *Fusarium* y *Rhizoctonia* en semilleros de café mediante el calentamiento solar del suelo y el antagonista *Trichoderma harzianum*. Tesis Ing.Agr. San José, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía. 82 p.
- MESEN, R. 1987. Combate integrado de *Rhizoctonia solani* con calentamiento solar del suelo y el antagonista *Trichoderma harzianum* en coliflor (*Brassica oleracea* var. botritis). Tesis Ing.Agr. San José, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía. 47 p.
- PULLMAN, G.S.; De VAY, J.E. 1984. Soil solarization. A non chemical method for controlling diseases and pests. California, USA, Cooperative Extension, University of California, Division of Agriculture and Natural Resources. 8 p.
- PULLMAN, G.S.; De VAY, J.E.; GARBER, R.H.; WEINHOLD, A.R. 1979. Control of soilborne fungal pathogens by plastic tarping of soil. *In* Soilborne pathogens. Ed. by W. Schippeers and N.Y. Gams. New York, Academic Press. p.439-446.