

# **EFECTO DE LA SOLARIZACIÓN EN EL CONTROL DE *Cyperus rotundus* L. (Coyolillo) Y OTRAS MALEZAS EN EL BANCO DE SEMILLAS DEL SUELO**

*Franklin Herrera<sup>1</sup>*

## **RESUMEN**

**Efecto de la solarización en el control de *Cyperus rotundus* L. (Coyolillo) y otras malezas en el banco de semillas del suelo.** De febrero a octubre de 1994 se estudió en la Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno de la Universidad de Costa Rica, el efecto de la solarización sobre los propágulos de *Cyperus rotundus*, y sobre otras malezas presentes en el banco de semillas del suelo. Además se evaluó el efecto de la solarización en el crecimiento de los aditivos indicadores *Cucumis sativus* (pepino) creciendo en casa de mallas, y sobre vainica (*Phaseolus vulgaris* L.) en el campo solarizado. En las condiciones de estudio, se determinó que los tubérculos de *C. rotundus* fueron afectados por periodos de solarización superiores a 4 semanas, con mayor eficacia en los primeros 10 cm de suelo y conforme el periodo de solarización fue más prolongado. Periodos de solarización de 12 y 14 semanas no permitieron la germinación de malezas de hoja ancha en el campo, aún 13 semanas después de retiradas las coberturas plásticas; no obstante, se detectaron semillas sobrevivientes de varias especies. La solarización propició un mayor crecimiento de las plantas de pepino y una mayor producción de grano de vainica.

**Palabras clave:** energía solar, control ambiental, calentamiento del suelo, malezas, cyperus, Costa Rica.

## **ABSTRACT**

**Effect of solarization in controlling *Cyperus rotundus* L. (nutsedge) and other weeds in the seed bank of the soil.** The effect of solarization on the propagules of nutsedge (*C. rotundus*) and other weeds present in the seed bank of the soil were studied, from February to October of 1994, at the Fabio Baudrit Experiment Station of the University of Costa Rica. Moreover, the solarization effect was studied on indicating crops, cucumber (*Cucumis sativus*) grown in a screened house and snap-beans (*Phaseolus vulgaris* L.) on the solarized ground. Under the assay conditions, it was determined that the *C. rotundus* tubers were affected by the solarization periods above four weeks, with greater efficiency in the uppermost 10 cm of soil and as the solarization period was extended. Solarization periods of 12 and 14 weeks did not allow the broad-leaf weed seeds to germinate in the field, even 13 weeks after removing the plastic covers; although, surviving seeds of several species were detected. The solarization enhanced the growth of the cucumber plants and a higher production of snap-bean grains.

**Keywords:** solar energy, environmental control, soil heating, weeds, cyperus, Costa Rica.

---

<sup>1</sup> Profesor asociado, Programa de Malezas, Estación Experimental Fabio Baudrit M., Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica.

---

## INTRODUCCION

En la producción de almácigos y otros cultivos de alta rentabilidad muy sensibles a plagas del suelo, a menudo se requiere de desinfestar el sustrato en el cual crecerán las plantas. *Cyperus rotundus* es una de las peores malezas del mundo que frecuentemente se presenta en estos sistemas de producción, causando los mayores problemas en áreas ubicadas por debajo de los 1300 msnm en las zonas tropicales y subtropicales. Dentro de las alternativas no químicas para el control de esta maleza y la desinfestación de suelos, una posibilidad viable es el calentamiento del suelo por irradiación solar mediante el empleo de coberturas plásticas transparentes, conocido como solarización.

Según Elmore (1991), la efectividad de la solarización en el combate de malezas, varía según las especies; Munro (1995a) atribuye este comportamiento a que las especies tienen diferentes puntos críticos superiores de temperatura, por lo que algunas especies soportan mayor temperatura que otras. Elmore (1991) y Labrada (1995), mencionan que *Cyperus rotundus* es una de las especies difíciles de controlar por medio de solarización; mientras que Navarro *et al.* (1991) en Costa Rica, al solarizar el suelo durante la estación lluviosa, observaron una reducción significativa en el número de ciperáceas con 177 horas de radiación solar acumuladas.

En condiciones de alta radiación solar se ha registrado excelente control de malezas anuales, patógenos y nematodos con periodos de solarización de 2 a 5 semanas (Horowitz *et al.* 1983; Rubin y Benjamín 1984, Elmore 1991, Labrada 1995).

Otros aspectos que afectan la efectividad de la solarización sobre los propágulos de las malezas son: su localización en el perfil del suelo, la duración de la exposición a temperaturas altas, la temperatura alcanzada, la conductividad térmica del suelo y las características propias de cada especie.

El presente estudio se realizó con el objetivo de determinar el efecto de diferentes periodos de sola-

rización sobre el control de *C. rotundus* durante la estación seca; así como conocer su efecto en algunos cultivos indicadores y otras malezas presentes en el banco de semillas.

## MATERIALES Y METODOS

Este experimento se realizó entre febrero y octubre de 1994 en la Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno, ubicada en el Barrio San José, Alajuela, Costa Rica; a una altitud de 840 msnm, con una temperatura promedio de 22 C, precipitación promedio de 2001 mm distribuidos de mayo a diciembre.

En el Cuadro 1 se muestran las principales características fisicoquímicas del suelo usado en el experimento.

Para la preparación del terreno, 8 días antes de la colocación del plástico, se cortó y retiró la maleza presente y se construyeron eras de 3 metros de largo por 1,2 m de ancho y 0,15 m de alto. Posteriormente se extrajeron muestras de suelo para análisis químico, también se tomaron muestra de suelo de 0-10; de 10,1-20 y de 20, 1-30 cm de profundidad para evaluar el número de tubérculos de coyolillo y la presencia de otras especies de malezas. Inmediatamente antes de colocar el plástico, la era se niveló y se regó hasta la saturación. Se usó plástico transparente de 1,5 milésimas de pulgada (0,038 mm), el cual se colocó en forma ajustada a la era para evitar la formación de bolsas de aire, luego se selló en los bordes con tierra.

Los tratamientos evaluados fueron: 0, 2, 4, 6, 8,10,12 y 14 semanas de solarización, dispuestos en un diseño de bloques completos al azar con 4 repeticiones. El periodo de solarización más largo se inició el 7 de marzo y los restantes en forma sucesiva cada dos semanas; en todos los casos el plástico se retiró el 21 de mayo de 1994, de manera que la solarización se realizó durante la última parte de la estación seca. Una vez retirada la cobertura plástica, en el campo solarizado y como cultivo indica-

**Cuadro 1.** Análisis químico del suelo<sup>1/</sup> antes de solarizar. Alajuela, Costa Rica. 1994.

Elementos	Contenido	Categoría
pH en agua	5,50	media
Ca cmol/l	9,20	media
Mg cmol/l	2,80	media
K cmol/l	0,47	media
acidez cmol/l	0,50	baja
CICE cmol/l	12,97	media
P mg/l	13,50	media
Cu mg/l	16,00	media
Fe mg/l	342,00	alta
Mn mg/l	11,20	media
Zn mg/l	0,50	baja
Materia orgánica %	8,75	alto
Arena %	36,00	
Limo %	38,00	
Arcillas %	26,00	
Nombre textural		Franco

<sup>1/</sup> Análisis realizado en el Centro de Investigaciones Agronómicas, U.C.R.

dor, se sembró vainica (*Phaseolus vulgaris*), dos hileras por era, a una distancia de 0,5 m entre hileras y 0,25 m entre hoyos de siembra, con dos plantas por hoyo; no se aplicó fertilizante.

Quince días después de retiradas las coberturas plásticas se extrajeron dos muestras de suelo por tratamiento de 0-10; 10,1-20 y de 20,1-30 cm de profundidad. Para extraer estas muestras se utilizaron cilindros metálicos con un espacio interno de 10 cm de longitud y 13,4 cm de diámetro, lo que dió un volumen total de 2820 cm<sup>3</sup> de suelo. Este suelo se pasó por una malla metálica que permitió extraer todos los tubérculos sanos y dañados de coyolillo. El suelo de cada muestra se recogió en forma separada y se utilizó para llenar recipientes plásticos de 575 cm<sup>3</sup> de capacidad, los cuales se llevaron a una casa de mallas donde en un grupo se sembró pepino, cuatro plantas por recipiente y en el

otro grupo se evaluó el número de malezas por especie que germinaron durante 4 semanas.

En estos dos últimos casos se generó un diseño de bloques al azar con arreglo factorial 8X3 (8 periodos de solarización y 3 profundidades de siembra).

Las variables evaluadas y datos recopilados fueron:

- Registros de temperatura de 0 a 30 cm de 8 a 9 am y de 12 a 1 pm, mediante el uso de termómetros para suelo.
- Número de tubérculos de *C. rotundus* sanos y muertos y presencia de otras especies de malezas en el banco de semillas al inicio de la solarización, de 0-10; 10,1-20 y de 20,1-30 cm de

profundidad, contenidos en una muestra de suelo de 1410 cm<sup>3</sup> (coyolillo) y 575 cm<sup>3</sup> (otras especies).

- c) Número de plantas de coyolillo/mz a las dos semanas de retiradas las coberturas plásticas.
- d) Porcentaje de mortalidad de tubérculos de coyolillo extraídos de 0-10, 10,1-20 y 20,1-30 cm de profundidad, en una muestra de 2820 cm<sup>3</sup> de suelo.
- e) Número de plantas por especie que germinaron durante 4 semanas en muestras de suelo de 575 cm<sup>3</sup> de suelo extraídas de 0-10, 10,1-20 Y 20, 1-30 cm de profundidad y colocadas en una casa de mallas.
- f) Peso (materia verde) de malezas poáceas, hoja ancha y ciperáceas en 0,5 m<sup>2</sup>, a las 13 semanas después de retiradas las coberturas plásticas.
- g) Número de plantas y peso de la parte aérea (materia verde) del pepino.
- h) Número de plantas de vainica y peso de grano al 14 % de humedad por parcela útil.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Efecto sobre la temperatura a diferentes profundidades del suelo

Durante este experimento no se contó con geotermógrafos para hacer mediciones continuas de temperatura, por lo que solamente se hicieron mediciones puntuales dos veces al día con termómetros especiales para temperatura de suelo. La temperatura más alta (62°C promedio) se alcanzó entre las 12 y la 1 pm, entre la superficie del suelo y la cobertura plástica, pero hubo registros hasta de 69°C; sin embargo, a los 5 cm de profundidad hubo un descenso muy fuerte en la temperatura, para continuar descendiendo lentamente conforme aumentó la profundidad hasta los 30 cm. En días nublados la diferencia de temperatura durante el día y a través del perfil del suelo fue muy baja (Cuadro 2). Según Soto (1994) la temperatura máxima en el suelo en la misma zona del experimento se alcanza entre las 12 y las 2 de la tarde, por lo que probablemente las mediciones hechas en este caso den una buena aproximación de la temperatura máxima alcanzada bajo solarización durante la estación seca. El descenso de la temperatura conforme aumenta la profundidad en suelos con cobertura plástica, ha sido bien documentada (Stapleton 1991).

**Cuadro 2.** Promedio de temperatura (OC) a diferentes profundidades de suelo con cobertura plástica, durante días despejados y días nublados. Alajuela, Costa Rica. 1994.

Profundidad (cm)	Días despejados		Días nublados	
	8-9 am	12m - 1 pm	8-9 am	12m - 1 pm
Ambiente	28,0	31,0	21,5	25,5
0 bajo plástico	49,5	62,0	35,0	39,5
5	32,2	41,0	31,0	29,5
10	33,0	42,5	32,0	32,0
15	32,3	40,2	32,0	33,0
20	31,0	37,0	32,5	32,5
30	30,5	32,2	32,5	31,5

### Efecto sobre *C. rotundus*.

En las muestras de suelo tomadas en las eras antes de colocar las coberturas plásticas, se encontró que el mayor número de tubérculos sanos y podridos se concentró en los primeros 10 centímetros de suelo, pero descendió conforme la profundidad aumentó (Cuadro 3); probablemente el sistema usado para la preparación del suelo y la gran cantidad de raíces que tienen los tubérculos, favorecieron su permanencia en las primeras capas de suelo; no obstante este comportamiento, en todos los casos la población inicial de coyolillo en el lote fue alta.

Durante los primeros días de solarización se observó una alta emergencia de plantas de coyolillo bajo las coberturas plásticas, sin embargo, estas plantas adquirieron una tonalidad amarilla y aproximadamente 10 días después se secaron. En un recuento hecho 15 días después de colocados los plásticos, se registró un promedio de 392 plantas secas de coyolillo por metro cuadrado, lo que da una idea de la alta población de esta malezas en el área experimental.

Dos semanas después de retiradas las coberturas plásticas, se encontró que los periodos de solarización mayores a 4 semanas redujeron significati-

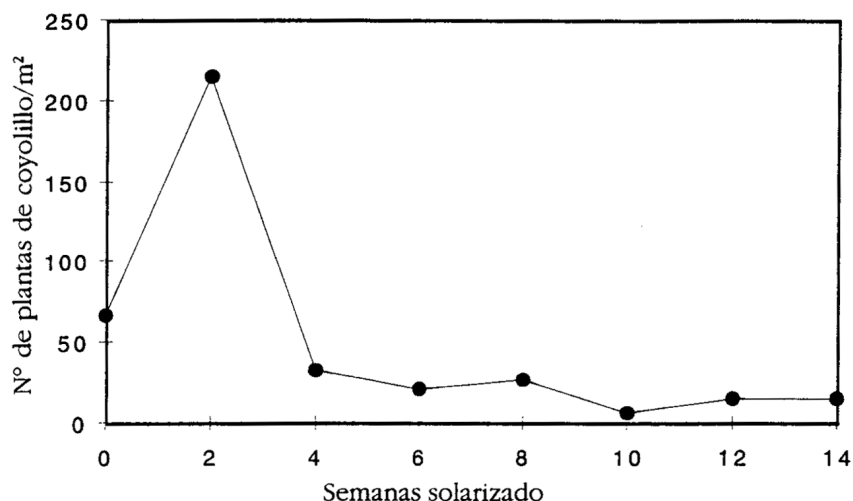
vamente el número de plantas de coyolillo, mientras que periodos menores estimularon la germinación de los tubérculos, ya que en este último caso el número de plantas de coyolillo fue aún mayor que en el testigo sin solarizar (Figura 1). Munro (1995b) y Calderón *et al.* (1995), con periodos de solarización muy cortos o en condiciones de baja radiación solar han observado una mayor emergencia de malezas.

Cabe señalar que los tubérculos de coyolillo tienen la capacidad de germinar a diferentes profundidades de suelo, por lo que una evaluación de la cantidad de plantas presentes después de retirar las coberturas plásticas, nos da una idea de sobrevivencia total de tubérculos, pero no la sobrevivencia de estos a través del perfil del suelo; razón por la cual se extrajo una muestra de suelo de 2820 cm<sup>3</sup> a diferentes profundidades y se analizó el porcentaje de mortalidad de tubérculos; además debido a que la distribución inicial de tubérculos a través del perfil de suelo fue irregular, se consideró que esta variable era más conveniente para medir la efectividad de la solarización en el control de esta maleza. En todos los casos se encontró que el porcentaje de mortalidad de tubérculos aumentó conforme el periodo de solarización fue mayor, siendo más efectiva la solarización en la parte superficial (0-10 cm).

**Cuadro 3.** Número de tubérculos sanos, muertos y porcentaje de mortalidad de tubérculos de coyolillo a tres profundidades de suelo, al iniciar el periodo de solarización. Alajuela, Costa Rica. 1994.

Profundidad (cm)	# de tubérculos *		% mortalidad
	sanos	muertos	
0-10	39	7,75	20
10,1-20	28	2,75	10
20,1-30	14	1,72	12

\* Promedio de 16 muestreos, cada muestreo consistió en la extracción de 1410 cm<sup>3</sup> de suelo.



**Fig. 1.** Efecto de la solarización en el número de plantas de coyolillo/m<sup>2</sup>, 15 días después de retiradas las coberturas plásticas. Alajuela. 1994.

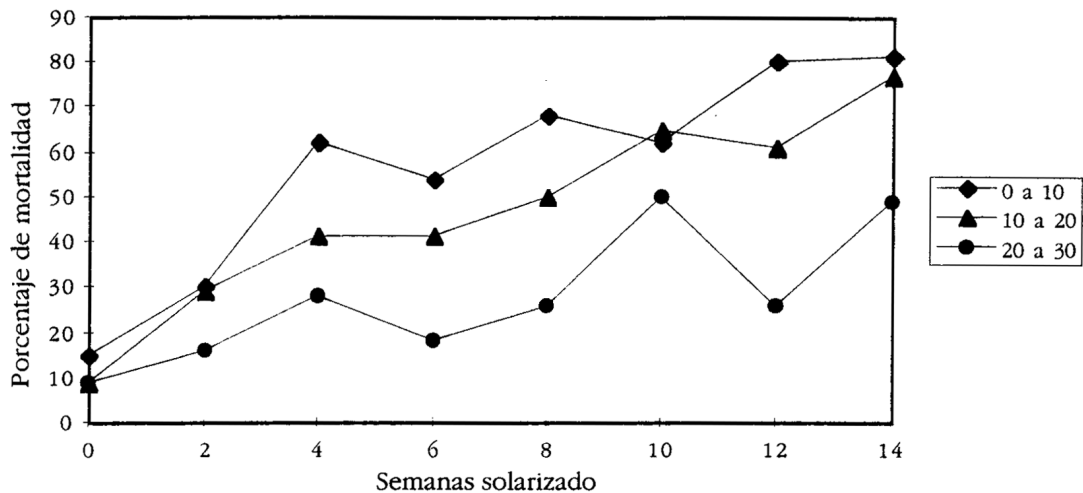
Así por ejemplo en esta zona ocurrió el mayor porcentaje de mortalidad de tubérculos (80%), cuando se mantuvo la solarización por espacio de 12 o más semanas, mientras que periodos de 4 a 10 semanas solo causaron entre un 60 a 70% de mortalidad y periodos menores no fueron efectivos (Figura 2). Una tendencia similar se observó a las demás profundidades, pero con menores porcentajes de mortalidad de tubérculos; en estos casos para alcanzar porcentajes de mortalidad similares a los registrados en los primeros 10 cm, se requiere de un mayor periodo de solarización, debido a la menor temperatura que se alcanza en esas profundidades. Munro (1995b), indica que entre mayor sea la radiación solar mayor será la temperatura alcanzada en el suelo, y que cuando la temperatura es igualo mayor a 43°C la efectividad de la solarización será mayor. En este caso, la temperatura máxima en los primeros 15 cm de profundidad osciló entre 40 y 42°C, lo que puede explicar la mayor eficacia de los periodos de solarización más prolongados. Este comportamiento ha sido mencionado por varios autores (Horowitz *et al.* 1983; Standifer *et al.* 1984; Barakat 1991; Elmore 1991).

El grado de control observado en este experimento, puede catalogarse como satisfactorio, ya que según Elmore (1995) y Labrada (1995), el *C. rotundus* es una de las especies de difícil control por solarización. Los resultados también concuerdan con Navarro *et al.* (1991) quienes obtuvieron una reducción significativa en la población de coyolillo cuando mantuvieron la solarización hasta acumular 177 horas de brillo solar.

### Efecto sobre otras malezas

En muestras de suelo obtenidas a diferentes profundidades antes de iniciar la solarización, se observó que las especies que presentaron el mayor número de plantas germinadas en casa de mallas fueron *Digitaria* sp. *Portulaca oleraceae* y *Spermacoce* sp. (Cuadro 4); también se registraron otras 12 especies, pero con muy baja densidad y distribución des uniforme.

Dos semanas después de retirado el plástico se recolectaron muestras de suelo de cada tratamiento y se colocaron en una casa de mallas, cuatro sema-



**Fig. 2.** Efecto de la solarización en el porcentaje de mortalidad de tubérculos de coyolillo de 1-10; 10-20 y 20-30 cm de profundidad del suelo. Alajuela, Costa Rica. 1994.

**Cuadro 4.** Número promedio de plantas de las especies dominantes germinadas en recipientes plásticos colocados en casa de mallas, conteniendo 575 cm<sup>3</sup> de suelo extraído antes de iniciar la solarización. Alajuela, Costa Rica. 1994.

Género	Número de plantas		
	0-10 cm	10,1-20 cm	20,1-30 cm
<i>Digitaria</i>	6,0	4,5	1,0
<i>Spermacoce</i>	14,0	7,5	5,5
<i>Portulaca</i>	1,3	4,0	1,3

nas después se evaluaron las especies presentes; se registraron un total de 30 especies, en la mayoría de las cuales nuevamente se encontró una población sumamente baja, a excepción de los géneros, *Digitaria* sp, *Coniza* sp, y en menor grado *Portulaca oleraceae*, *Melampodium* sp, *Eleusine indica* y *Rottboellia exaltata*, con los cuales se registró presencia de plántulas en todos los periodos de solarización y profundidades (Cuadro 5). El género *Spermacoce* aparentemente es muy sensible a la solarización, ya que presentó muchas plantas solo al inicio de la solarización. En forma similar a los

resultados obtenidos con coyolillo, también con este grupo de especies, aparentemente tolerantes, se observó la tendencia a disminuir el número de plántulas que germinaron conforme el periodo de solarización fue mayor. No obstante, contrario a lo esperado, presentaron menos plántulas en las capas de suelo más profundas, debido posiblemente a un menor número de semillas presente en esas capas (Cuadro 4), situación común en áreas de cultivos anuales (Herrera y Gamboa 1994). Para evitar este tipo de situaciones y garantizar una distribución uniforme de semillas en el lote y a través del perfil

**Cuadro 5.** Número de plántulas por especie, germinadas durante 4 semanas en casa de mallas en muestras de suelo extraídas a tres profundidades. Alajuela, Costa Rica. 1994<sup>1/</sup>.

Género	Profundidad cm	semanas de solarización						
		2	4	6	8	10	12	14
<i>Digitaria</i> sp.	0-10	26,8	9,3	13,8	3,8	9,8	2,5	0,8
	10,1-20	1,2	1,2	0,8	1,8	1,5	1,8	0,2
	20,1-30	0,8	0,5	0,8	1,2	0,8	1,2	0
<i>Eleusine indica</i>	0-10	3,2	5,0	1,8	3,5	2,0	1,0	0
	10,1-20	0,5	1,0	0	0,8	0	0,5	0,5
	20,1-30	0,2	0,2	0	1,0	1,0	0	1,0
<i>Conyza</i> sp.	0-10	4,5	18,5	11,8	9,0	10,0	3,3	2,5
	10,1-20	3,5	1,0	2,8	5,8	0,5	3,8	0,2
	20,1-30	1,0	1,0	3,0	1,2	0,5	0,2	0,5
<i>Portulaca oleraceae</i>	0-10	0,8	2,0	1,0	0,5	0,5	0,2	1,8
	10,1-20	0,8	1,8	1,2	1,5	1,0	2,5	1,0
	20,1-30	0,5	2,0	0,8	2,2	2,5	1,2	1,5
<i>Melampodium</i> sp.	0-10	0	1,8	0,5	1,0	1,8	1,0	0,2
	10,1-20	0,5	0,8	3,5	2,5	1,0	0	0,5
	20,1-30	1,0	0	0,8	1,0	0,5	1,0	0

<sup>1/</sup> Promedio de 4 repeticiones.

Se anotan unicamente las especies que presentaron mayor presencia de plántulas.

del suelo, conviene agregar uniformemente semillas de las malezas, o bien distribuidas en recipientes especiales que no interfieran con la difusión del calor y finalmente permitan extraer las semillas para su análisis. Aún así, fue notorio en este experimento que no todas las especies se comportan igual ante la solarización; Elmore (1995) y Munro (1995a), atribuyen estas diferencias a que la temperatura crítica superior o temperatura por encima de la cual el propágulo muere, varía con las especies. Varias de las especies que sobrevivieron a la solarización, también se les ha mencionado en otros trabajos por tener algún grado de tolerancia a este método de combate; así por ejemplo, Elmore (1995) indica que las malezas *Cyperus rotundus* y *Cynodon dactylon* (propágulos asexuales) son de difícil control por solarización, y el control efectivo de *Digitaria sanguinalis* y *Portulaca oleraceae* puede ser difícil de

alcanzar. Calderón *et al.* (1995) también informan de altas poblaciones de *Portulaca oleraceae* con periodos de solarización relativamente cortos. Si bien este experimento fue realizado con las poblaciones naturales existentes en el banco de semillas del suelo, con lo cual no se puede garantizar una distribución homogénea de las especies, los resultados obtenidos dan idea de algunas especies que pueden ser difíciles de controlar por el método de solarización o bien que pueden requerir de periodos de solarización mayores a los mencionados en algunos trabajos de esta índole (Horowitz *et al.* 1983; Rubin y Benjamín 1984; Rojas 1994).

A las 13 semanas después de retiradas las coberturas plásticas, cuando la vainica estaba en estado R-9, aún se observó un efecto significativo sobre la biomasa de malezas de hoja ancha, la cual fue re-



ducida severamente en los tratamientos solarizados; no ocurrió lo mismo con poáceas y ciperáceas (Cuadro 6). Fue notorio el hecho que, en los tratamientos con 12 y 14 semanas de solarización, aún después de 13 semanas de retiradas las coberturas plásticas no habían germinado malezas de hoja ancha, mientras que, tal y como se indicó anteriormente, sí hubo germinación de algunas especies de este grupo cuando las muestras de suelo fueron extraídas y colocadas en una casa de mallas, estas diferencias se deben a que algunas semillas requieren de estímulos luminosos, variaciones en temperatura u otras condiciones que se presentan al extraerlas y colocarlas en un medio favorable para su germinación. Por otro lado es de esperar entonces, que en condiciones de campo, algunos propágulos aún cuando sobrevivan, no germinarán en las siguientes semanas después de la solarización, salvo que se den condiciones adecuadas para ello, como puede ser la remoción de suelo después de solarizar, con lo que se pueden exponer a las capas superficiales propágulos que sobrevivieron en las capas más profundas.

## Efecto sobre los cultivos indicadores

### *Pepino en casa de mallas*

Al analizar el número de plantas de pepino por recipiente, no se encontraron diferencias significativas en ninguno de los casos. Con respecto al peso de la materia verde de las plantas de pepino, se encontraron diferencias significativas entre periodos de solarización, pero no entre profundidades, ni para la interacción periodo de solarización con profundidad a la cual se extrajo el suelo.

En todos los tratamientos que recibieron solarización, inclusive durante periodos cortos de 2 semanas, se encontró mayor crecimiento de las plantas de pepino, comparado a las que crecieron en suelo sin solarizar (Cuadro 7).

### *Vainica en campo solarizado*

Al analizar el efecto de la solarización en el cultivo de vainica en condiciones de campo, se

**Cuadro 6.** Efecto de la solarización sobre el peso fresco de malezas de hoja ancha, poáceas y ciperáceas en g/0,5 m<sup>2</sup>, a las 13 semanas de retirado el plástico, vainica en estado R-9. Alajuela, Costa Rica. 1994.

Semanas solarizado	Peso		
	hoja ancha	Poáceas	Ciperáceas
0	783 a <sup>1/</sup>	97 ns <sup>2/</sup>	183 ns
2	67 b	20	58
4	45 b	33	58
6	41 b	166	75
8	50 b	11	83
10	25 b	145	158
12	0 b	175	50
14	0 b	42	33

<sup>1/</sup> Promedios con igual letra en una misma columna presentan diferencias no significativas entre sí, según prueba DMS 5 %.

<sup>2/</sup> ns = diferencias no significativas.

encontró un comportamiento similar al observado para pepino creciendo en casa de mallas.

En este caso, en comparación al testigo sin solarizar, se encontró un mayor rendimiento total y producción de grano por planta en los tratamientos que recibieron solarización; este efecto estimulador fue evidente a partir de dos semanas con solarización

(Cuadro 8), y concuerda con lo encontrado en muchos otros experimentos de este tipo; no obstante, para este caso concreto, la mayor presencia de malezas de hoja ancha en el testigo también contribuyó a que su producción fuera menor.

Varios autores han encontrado efectos estimuladores de la solarización en el cultivo, atribuyen

**Cuadro 7.** Peso de materia verde de la parte aérea de plantas de pepino que crecieron en recipientes con 575 cm<sup>3</sup> de suelo. Alajuela, Costa Rica. 1995.<sup>1/</sup>

Semanas solarizado	Peso/recipiente (g)	Peso/planta (g)
0	3,8 b*	1,3 b
2	6,3 a	1,9 ab
4	6,9 a	2,1 a
6	7,9 a	2,6 a
8	8,2 a	2,3 a
10	6,7 a	2,3 a
12	7,2 a	2,3 a
14	7,8 a	2,4 a

<sup>1/</sup> Promedios de 12 observaciones (4 repeticiones 3 profundidades).

\* Promedios con igual letra en una misma columna presentan diferencias no significativas entre sí, según prueba DMS 5 %.

**Cuadro 8.** Efecto de la solarización sobre el número de plantas de vainica, peso de grano por parcela y peso de grano por planta. Alajuela, Costa Rica. 1995.

Semanas solarizado	# de plantas	g/parcela	g/planta
0	20 ns <sup>1/</sup>	41 d <sup>2/</sup>	2,4 c
2	26	126 abcd	4,7 abc
4	24	172 ab	7,1 a
6	28	214 a	7,8 a
8	28	175 ab	6,3 ab
10	25	81 cd	3,2 bc
12	28	149 abc	5,0 abc
14	23	107 bcd	4,6 abc

<sup>1/</sup> ns = diferencias no significativas.

<sup>2/</sup> Promedios con igual letra en una misma columna presentan diferencias no significativas entre sí, según prueba DMS 5 %.

este fenómeno al efecto en el control de las plagas y malezas, a la mayor liberación de nutrientes del suelo y a alteraciones de la microbiota del suelo que favorecen a los antagonistas de patógenos y mejora las condiciones fisicoquímicas del suelo, (Stapleton y DeVay 1982; Stapleton y DeVay 1986; Linke *et al* 1991; Barakat 1991)

### Conclusiones:

En las condiciones de estudio, se determinó que los tubérculos de *C. rotundus* son afectados por periodos de solarización superiores a 4 semanas, siendo mayor la eficacia en los primeros 10 cm de suelo y conforme el periodo de solarización fue mayor. Periodos de solarización menores a 4 semanas estimulan la germinación y aumentan la población de plantas de coyolillo. Con respecto a otras malezas presentes en el banco de semillas del suelo, la solarización fue más efectiva en el control de malezas de hoja ancha que pudieran germinar en la era solarizada, sin embargo, en todos los periodos de solarización se detectó sobrevivencia de semillas de las especies *Digitaria* sp, *Coniza* sp, y en menor grado *Portulaca oleraceae*, *Melampodium* sp, *Eleusine indica* y *Rottboellia exaltata*, las cuales parecen tener algún grado de tolerancia a la solarización. La solarización propició un mayor crecimiento de las plantas de pepino y una mayor producción de grano de vainica.

### LITERATURA CITADA

- BARAKAT, EA. 1991. Weed control in vegetables by soil solarization. *In*: Proceeding of the International Conference on Soil Solarization. (1., 1990, Arnman, Jordan).1991. Soil solarization. FAO. Roma, Italia. (Paper 109). p.155-165.
- CALDERON, B.L.F.; DARDON, A.D.E. 1995. Evaluación de películas plásticas para solarizado y posterior uso como acolchado en arveja china. *In*: Taller Regional de Solarización del Suelo (1.,1995, Honduras). 1995. Memoria Taller de solarización del suelo. FAO. Roma, Italia. p. 9-11.
- ELMORE, C. 1991. Use of solarization for weed control. *In* Proceeding of the International Conference on Soil Solarization. (1., 1990, Arnman, Jordan).1991. Soil solarization. FAO. Roma, Italia. (Paper 109). p.129-128
- ELMORE, C. 1995. Soil solarization, a non pesticidal method for controlling diseases, nematodes and weed. *In*: Taller Regional de Solarización del Suelo. 0.,1995, Honduras). 1995. Memoria Taller de solarización del suelo. FAO. Roma, Italia. p. 27-41.
- HERRERA, M.F.; GAMBOA, C. 1994. Distribución de semillas en el perfil del suelo de diferentes agroecosistemas. Prácticas curso Manejo de Malezas. Estación Experimental Fabio Baudrit, UCR. (Correspondencia personal).
- HOROWITZ, M.; ROGER, Y.; HERLINGER, G. 1983. Solarization for weed control. *Weed Science* 31:170-179.
- LABRADA, R. 1995. El desarrollo actual de la solarización del suelo. *In* Taller Regional de Solarización del Suelo. 0.,1995, Honduras). 1995. Memoria Taller de solarización del suelo. F AO. Roma, Italia. p. 21-25.
- LINKE, H.K.; SAXENA, C.M.; SAUERBORN, J.; MASRI, H. 1991. Effect of soil solarization on the yield of food legumes and on pest control. *In* Proceeding of the International Conference on SoilSolarization. (1.,1990, Arnman, Jordan).1991. Soil solarization. F AO. Roma, Italia. (Paper 109). p.139-154
- MUNRO, D. 1995a. Sensibilidad de especies y puntos críticos superiores. CEV A-CIP AC- INIF AP, Michoacan, México. Comunicación personal.
- MUNRO, D. 1995b. Condiciones necesarias para lograr eficiencia en la des infestación solar del suelo (solarización). *In*: Taller Regional de Solarización del Suelo. (1.,1995, Honduras). 1995. Memoria Taller de solarización del suelo. FAO. Roma, Italia. p. 55-59.

- NAVARRO, JR.; MORA, D.; DIAZ, J.; VILCHEZ, H.; CORRALES, E. 1991. Efecto de la solarización del suelo sobre la población de malezas y del hongo *Rhizoctonia solani*, durante la estación lluviosa en Alajuela, Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 15(2): 93-98.
- ROJAS, AG. 1994. Efecto de la solarización y algunos desinfectantes de suelo en el control de malezas en camas de germinación. Trabajo de graduación, Instituto Tecnológico de Costa Rica, San Carlos, C.R. 46p.
- 8JBIN, B.; BENJAMIN, A. 1984. Solar heating of the soil: involvement of environmental factors in the weed control process. *Weed Science* 32:138-142.
- SOTO, D. 1994. Registros de temperatura del suelo en la Estación Experimental Fabio Baudrit. Comunicación personal.
- STANDIFER, L.C; WILSON, P.W.; PORCHE-SORBET, R. 1984. Effects of solarization on soil weed populations. *Weed Science* 32:569-573.
- STAPLETON, J.J. 1991. Thermal inactivation of crop pest and pathogens and other soil changes caused by solarization. *In: Proceeding of the International Conference on Soil Solarization*. (1.,1990, Amman, Jordan).1991. Soil solarization. FAO. Roma, Italia. (Paper 109). p.37-47.
- STAPLETON, J.J; DEVAY, J.E. 1982. Effect of soil solarization on populations of selected soilborne microorganisms and growth of dicotyledonous fruit seedlings. *Phytopathology* 72(3):323-326.
- STAPLETON, J.J; DEVAY, J.E. 1986. Soil solarization: A nonchemical approach for management of plant pathogens and pests. *Crops Protection* 5(3):190-199.
-