



ESTUDIO DE DISTINTOS PARÁMETROS DE LA DESINFECCIÓN DE SUELOS MEDIANTE SOLARIZACIÓN EN DISTINTAS COMARCAS AGRÍCOLAS DE TENERIFE

Perera González, Santiago; Trujillo Díaz, Luisa; López Frías, Ramón; Ríos Mesa, Domingo.
Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural. Cabildo Insular de Tenerife.
Agosto 2011.

1.- INTRODUCCIÓN

La solarización fue descrita por primera vez por los israelitas Katan y col. (1976) como un sistema de desinfección que consiste en acolchar el suelo húmedo durante 4-6 semanas con plástico transparente y fino en la época de mayor temperatura e intensidad de radiación solar.

La solarización se utiliza en el control de bacterias, hongos, nematodos y malas hierbas. Esta técnica está especialmente indicada en cultivos anuales que dejan el terreno libre en verano, aunque también se pueden solarizar cultivos permanentes como plantaciones de frutales.

Sin entrar en la descripción de las ecuaciones que gobiernan el flujo y balance de energía en el suelo, se puede decir que la temperatura del mismo es el resultado de pérdidas y ganancias de calor. El calentamiento del suelo durante la solarización se produce por la concurrencia de varios mecanismos:

- Por una parte, sobre el plástico incide la radiación solar de onda corta, de la cual se pierde aproximadamente un 20%, según el plástico, debido a la opacidad y reflexión del mismo.
- Por otra parte, el plástico impide la evaporación del agua del suelo a la atmósfera, por lo que las gotas de agua de su cara interna se condensan y caen al suelo, evitándose las pérdidas debidas al flujo de calor latente.
- Así mismo, se reducen las pérdidas de la radiación de onda larga (infrarroja) del suelo a la atmósfera, debido a la opacidad del plástico en esta zona del espectro, fenómeno que da origen al conocido “efecto invernadero”.

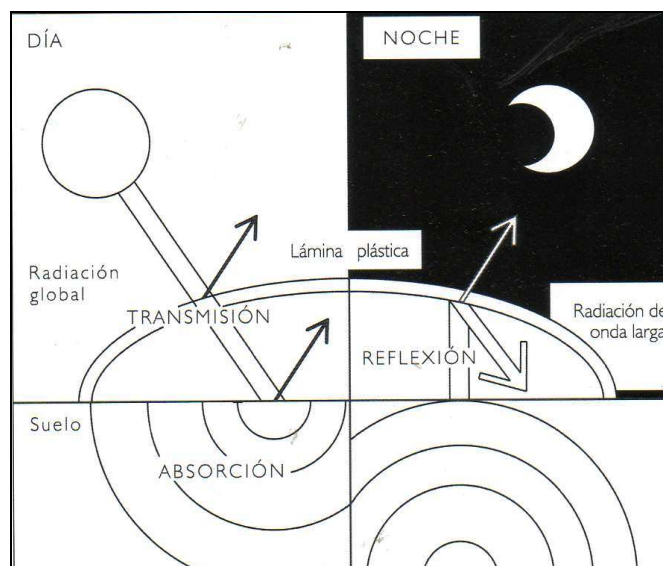


Figura 1.-Esquema del efecto invernadero producido al utilizar una cubierta plástica. Tomado de Díaz, S. *et al* 2005.

La solarización produce un aumento de la temperatura del suelo y cambios en la microflora y en las propiedades físico-químicas del mismo. Cuanto mayor sea la temperatura alcanzada en el suelo, menos tiempo se precisa para eliminar a los patógenos. Éstos mueren rápidamente (en minutos) con temperaturas en torno a los 50°C, pero se necesitan varias horas para eliminar o reducir sus poblaciones con temperaturas entre 37 y 45°C (Pullman y col., 1981).

En la tabla 1 se exponen según distintos autores las temperaturas y tiempos de exposición requerido para matar al 90% de propágulos de distintas especies fúngicas.

Tabla 1.- Temperatura y tiempo de exposición requerido para matar al 90% de propágulos de las siguientes especies fúngicas.

ESPECIE	TEMPERATURA CRÍTICA	TIEMPO REQUERIDO	AUTOR
<i>Phytophthora cinnamomi</i>	38° C	30 minutos	Barbercheck y Von Broembsen, 1986 Pinkas <i>et al.</i> , 1984
<i>Verticillium dahliae</i>	33-41° C 40°C 47°C	----- 150-200 horas 2-3 horas.	Davis y Sorensen, 1986 Pullman <i>et al.</i> , 1981
<i>Rhizoctonia solani</i>	40°C 47°C	100-150 horas 1 hora	Pullman <i>et al.</i> , 1981
<i>Phytium ultimum</i>	40°C 47°C	100-150 horas 2 horas	Pullman <i>et al.</i> , 1981
<i>Thielaviopsis basicola</i>	40°C 50°C	200 horas 1.2-1.5 horas	Pullman <i>et al.</i> , 1981

La solarización de suelos tiene un gran potencial como método de desinfección. Su eficacia es equiparable a la obtenida con tratamientos químicos, no utiliza ni produce compuestos tóxicos, es económicamente viable, fácil de utilizar, y puede ser aplicada manualmente en pequeñas parcelas o con maquinaria a gran escala.

2.- OBJETIVO

Estudiar la relación de los registros de temperaturas de suelos solarizados y desnudos frente a distintos parámetros meteorológicos con el fin de establecer las fechas idóneas para la realización de la solarización en las distintas comarcas agrícolas de la isla de Tenerife.

3.- MATERIAL Y MÉTODOS

Se eligieron 6 parcelas situadas a distintas cotas y vertientes y lo más cercanas posibles a las estaciones agrometeorológicas pertenecientes a la red del Cabildo Insular de Tenerife. Dicha red consta de 50 estaciones automatizadas que recogen datos cada 12 minutos. Estas estaciones constan de sensores de temperatura y humedad, pluviómetro, radiómetro y medidor de velocidad y dirección del viento y están ubicadas de forma que se optimice el uso de los datos en el asesoramiento de los agricultores, en especial en necesidades de riego y en protección vegetal.



Foto 1.- Estación agrometeorológica en una de las parcelas de estudio.

Las 6 parcelas pertenecen a agricultores colaboradores que cedieron una superficie de aproximadamente 20 m² para realizar la solarización. La situación de las parcelas con su cota, la estación agrometeorológica así como las fechas en que se realizó la solarización y otros aspectos se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 2.- Municipio, localización y cota de las parcelas, estación más cercana, fechas de solarización y responsable del apoyo a la acción.

MUNICIPIO	LOCALIZACION	ESTACION	COTA (msnm)	Fecha de solarización	Responsable del apoyo a la acción	Observaciones
GRANADILLA	Charco El Pino	SMIG	505	09/07 al 29/09	Carlos Díaz	JABLE
VILAFLOR	Vilaflor (El Frontón)	VILAFLOR	1258	07/07 al 23/09	Beatriz Cruz	JABLE
ARICO	San Juan	ARICO-1	135	13/07 al 22/10	Belarmino Santos	
GUIMAR	Topo Negro	TOPO	290	19/07 al 22/10	Oscar Saavedra	
ICOD DE LOS VINOS	Llanito Perera (Santa Bárbara)	LLANI	475	14/07 al 14/10	Joaquín Monje	
EL TANQUE	Ruigómez	CUBO	750	08/07 al 06/10	Joaquín Monje	

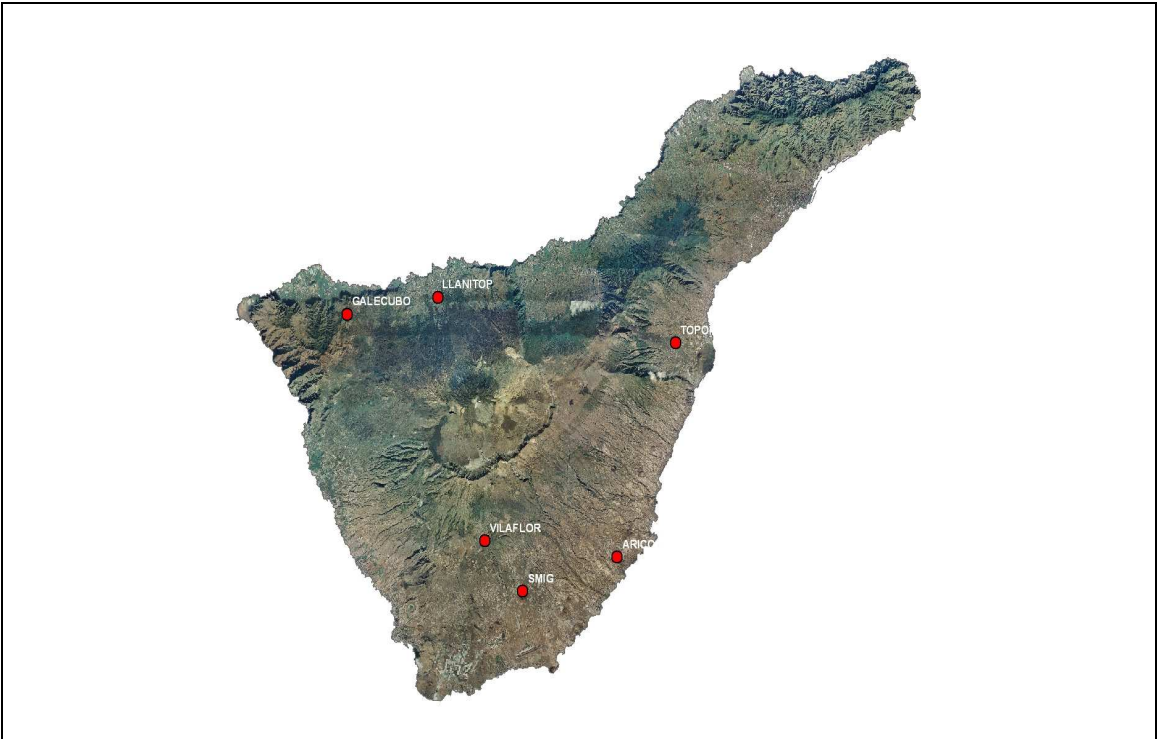


Foto 2.- Situación de las seis estaciones agrometeorológicas asociadas a las parcelas de seguimiento.

Seguidamente se muestran fotografías de las seis solarizaciones realizadas en las distintas zonas de la isla de Tenerife.



Foto 3.- Santa Bárbara



Foto 4.- Ruigomez



Foto 5.- Arico



Foto 6.- Granadilla (jable)



Foto 7.- Vilaflor (jable)



Foto 8.- Güímar

Las operaciones realizadas en cada una de las seis parcelas fueron las siguientes:

- **Preparación del terreno:** El terreno debe estar libre de vegetación y bien desmenuzado, con el fin de proporcionar una superficie lo más lisa posible. Para ello y en cada emplazamiento se aró y eliminó piedras y restos del cultivo que pudieran rasgar el plástico.



Foto 9.- Pase de fresadora.



Foto 10.- Eliminación de piedras y restos de cultivo.

- **Humedecer el terreno:** El contenido de humedad del suelo es importante para que la solarización sea efectiva, ya que la transmisión de calor en el suelo se ve favorecida por la mejora de las propiedades térmicas del suelo húmedo, que incrementa su capacidad calorífica y la conductividad térmica con respecto al suelo seco. Además los patógenos son más vulnerables, al aumento de temperatura en un suelo húmedo (Katan, 1981).

En nuestras parcelas se regó el día anterior a la realización de la solarización hasta capacidad de campo y si era posible después de colocación de los sensores y justo antes de la colocación del plástico. El riego se realizó con manguera o aspersión. Este riego no se efectuó en el emplazamiento de Ruigómez ya que se trata de una parcela en régimen de secano y carecían de infraestructuras para humedecer el suelo.



Foto 11.- Riego por aspersión de la parcela antes de la colocación del plástico.



Foto 12.- Riego con manguera después de la colocación de los registradores de temperatura y antes de la colocación del plástico.

- **Realizar zanjas** en los bordes de la parcela a solarizar. Antes de la colocación del plástico se situaron los cuatro sensores de temperatura. Tres de ellos se colocaron en el centro de la parcela solarizada a 30, 20 y 10 cm de profundidad, el cuarto se situó a 10 cm de profundidad en suelo desnudo y aproximadamente un metro de la superficie solarizada. Los registros de temperatura se tomaron mediante un registrador marca HOBO modelo U12-006 a excepción de Arico e Icod de los Vinos en el que el registrador fue marca HOBO 4 modelo H08-006-04. Los registros se realizaron cada 12 minutos coincidiendo con la misma frecuencia en la que las estaciones agrometeorológicas toman los registros de temperatura del aire y radiación.



Foto 13.- Realización de la zanja para sellar los bordes del plástico.



Foto 14.- Superficie preparada para colocar el plástico.



Foto 15.- Registrador HOBO mod. U12-006 con cuatro salidas.



Foto 16.- Realización del hoyo para colocar sensores de temperatura a distintas profundidades.

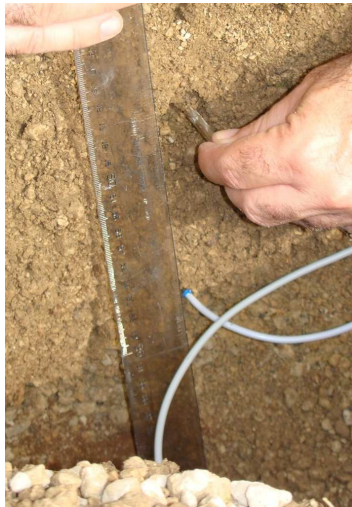


Foto 17.- Colocación de los sensores de temperatura.

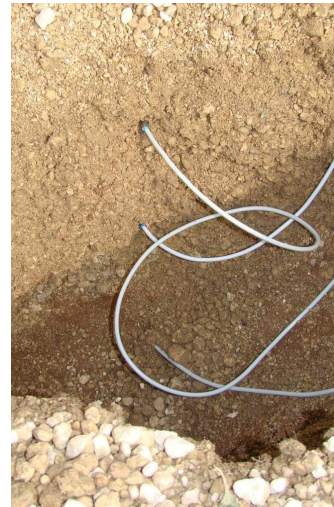


Foto 18.- Sensores colocados a 10, 20 y 30 centímetros de profundidad.

- **Colocación del plástico:** El plástico puede colocarse manual o mecánicamente, siendo importante que la lámina quede tensada, y que todos los bordes de la misma queden bien enterrados para evitar cualquier renovación de aire, que disminuirá la temperatura y resecará el terreno. Para ello se debe enterrar primeramente uno de los extremos y una vez fijado se entierra el extremo opuesto tensándolo para evitar la formación de bolsas de aire, por último se procede de igual forma con los bordes restantes.



Foto 19.- Colocación de plástico.



Foto 20.- Sellado del plástico.



Foto 21 y 22.- Descarga de los registros de temperatura.

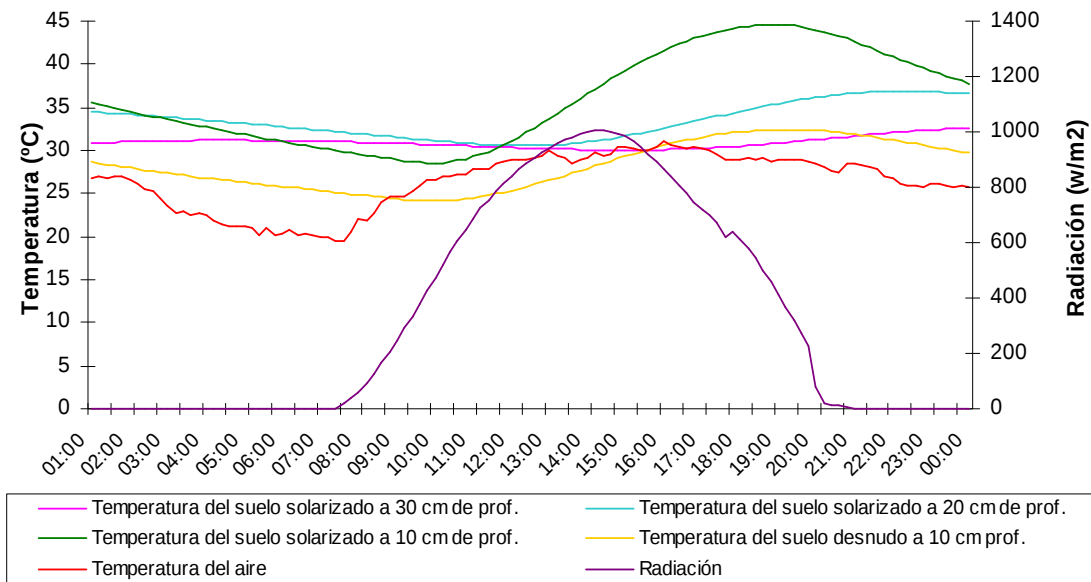
Periódicamente se descargaron los registros de temperatura en cada una de los seis emplazamientos.

4.- RESULTADOS y DISCUSIÓN

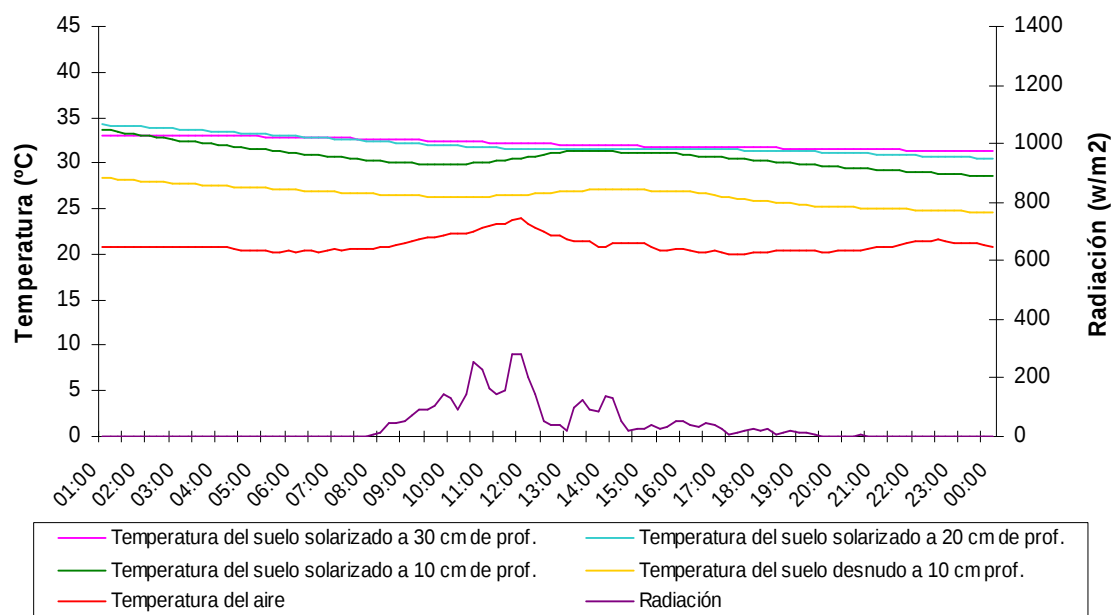
4.1.- REGISTRO DE PARÁMETROS EN EL DÍA CON MAYOR Y MENOR RADIACIÓN ACUMULADA

En la gráfica 1 y 2 se exponen los datos diarios con registros cada 12 minutos de temperaturas del suelo solarizado a distintas profundidades, del suelo desnudo a 10 cm de profundidad, de las temperaturas del aire y de las radiaciones.

Para representar estos valores se eligió el día con mayor y menor radiación acumulada durante el periodo de la solarización. Se opta por representar los registros de uno de las localizaciones estudiadas (Güímar) ya que la tendencia de los registros es similar en todos los emplazamientos.



Gráfica 1.- Radiación y temperatura del suelo solarizado a 10, 20 y 30 cm de profundidad, a 10 cm de profundidad en suelo desnudo y temperatura del aire del día con mayor radiación acumulada del periodo de solarización en Güímar.

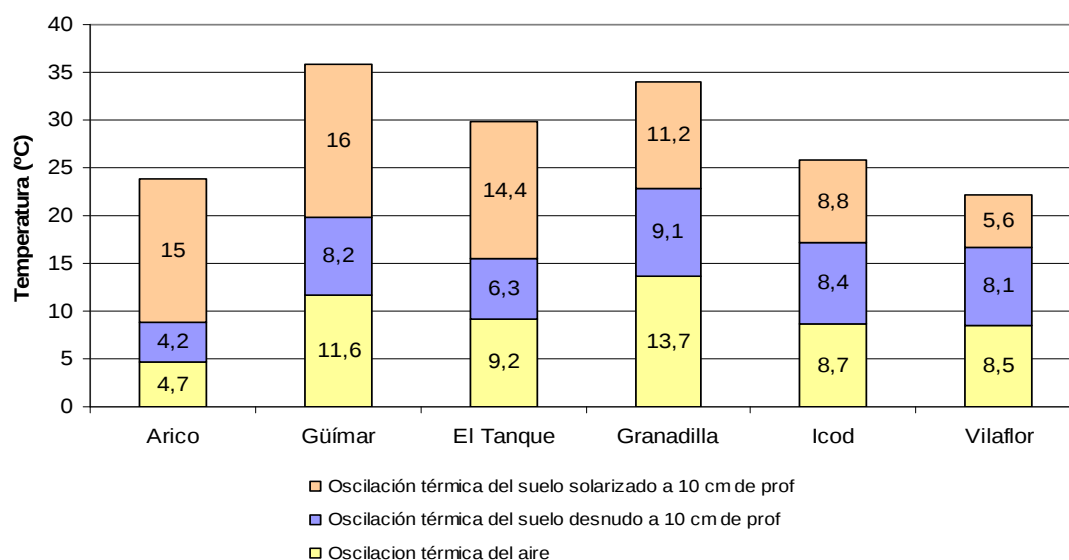


Gráfica 2.- Radiación y temperatura del suelo solarizado a 10, 20 y 30 cm de profundidad, a 10 cm de profundidad en suelo desnudo y temperatura del aire del día con menor radiación acumulada del periodo de solarización en Güímar.

Se observa claramente que el suelo actúa como amortiguador de los cambios de temperatura y que las oscilaciones térmicas que en él se producen presentan un desfase horario respecto a la temperatura del aire, y que incluso este efecto se acentúa con la profundidad.

En el caso del día con mayor radiación acumulada en la localización de Güímar (gráfica 1) cuando la temperatura máxima del aire se alcanzó a las 16:00, en el suelo solarizado la máxima temperatura a 10 cm de profundidad se registró entre las 18:00 y 19:00, a 20 cm de profundidad entre las 21:00 y 22:00 y a 30 cm de profundidad entre las 23:00 y 00:00 horas.

La capacidad amortiguadora de la temperatura del suelo queda patente en todas las situaciones evaluadas según se observa en la gráfica 3 donde tomando los registros en el día de máxima radiación acumulada de cada una de las localizaciones, la oscilación térmica diaria en el aire supera a la correspondiente al suelo desnudo a 10 cm de profundidad.



Gráfica 3.- Oscilación térmica del aire y de suelo solarizado y desnudo a 10 cm de profundidad en cada una de las localizaciones.

El salto térmico a 10 cm de profundidad en suelo solarizado supera a la oscilación térmica de la temperatura del aire, a excepción de los suelos localizados en Vilaflor y Granadilla. En estos dos emplazamientos existen suelos con jable en los que el efecto amortiguador podría superar a un suelo desnudo debido al uso de la capa de piroclastos sálicos que se emplea como cobertura del suelo. Por este motivo, las temperaturas alcanzadas en la solarización de un suelo con jable serían inferiores a las alcanzadas en un suelo sin cobertura de piroclastos pumíticos. En estos suelos con jable sería aconsejable la adición de residuos orgánicos al suelo para incrementar la eficacia de la solarización debido a la acción fumigante de las sustancias volátiles procedentes de la biodescomposición de la materia orgánica.

4.2.- RELACIONES ENTRE RADIACIÓN, TEMPERATURAS DEL SUELO Y DEL AIRE.

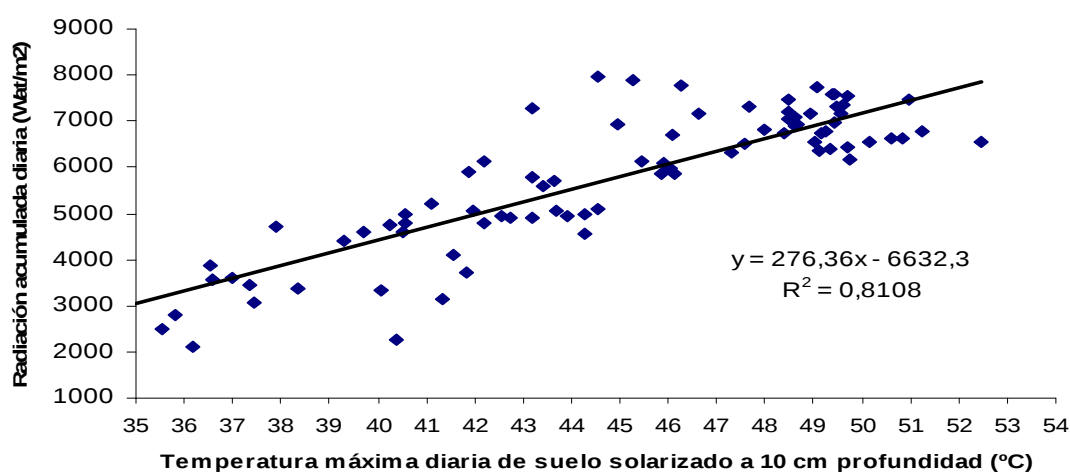
En la tabla 4 se muestran los valores de R cuadrado resultante del estudio de las siguientes relaciones en cada uno de las situaciones.

Tabla 4.- Valores de R cuadrado entre distintos parámetros en cada una de las seis localizaciones.

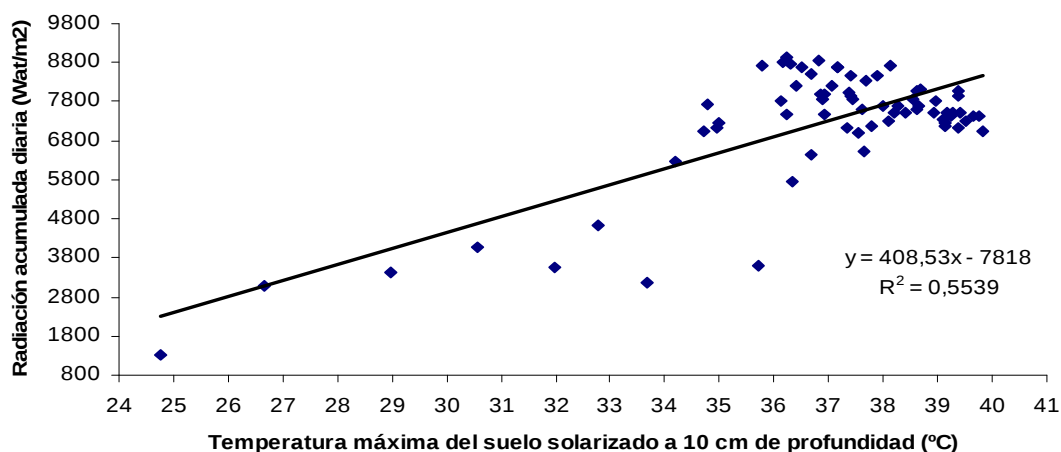
Localizaciones	R ²		
	Radiación acumulada diaria frente a temperatura máxima diaria a 10 cm de profundidad en suelo solarizado.	Radiación acumulada diaria frente a temperatura máxima diaria del aire.	Temperatura máxima diaria del aire frente a temperatura máxima diaria a 10 cm de profundidad en suelo solarizado
Güímar	0,8108	0,1744	0,2662
Vilaflor	0,5539	0,2012	0,4229
Icod	0,5820	0,1677	0,5425
Arico	0,6669	0,0027	0,0257
El Tanque	0,7359	0,3146	0,5536
Granadilla	0,6108	0,0567	0,3175

Como se puede observar en la tabla, los valores de R cuadrado más elevado se obtienen en la relación de la radiación acumulada diaria frente a temperatura máxima diaria a 10 cm de profundidad en suelo solarizado ya que se supera en todos los emplazamientos el valor de 0,55. Esto ratifica que el principal factor que contribuye a aumentar la temperatura del suelo es la radiación, y este sería el parámetro que debería ser tenido en cuenta para elegir la época del año adecuada para realizar la solarización.

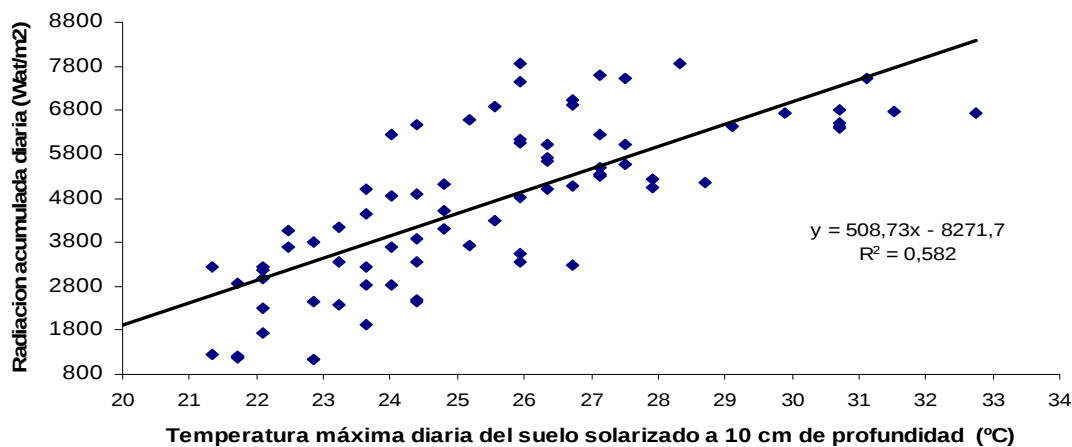
Seguidamente se detallan para cada emplazamiento la regresión con su ecuación y el valor de R cuadrado de la relación entre radiación acumulada diaria y temperatura máxima diaria a 10 cm de profundidad en suelo solarizado.



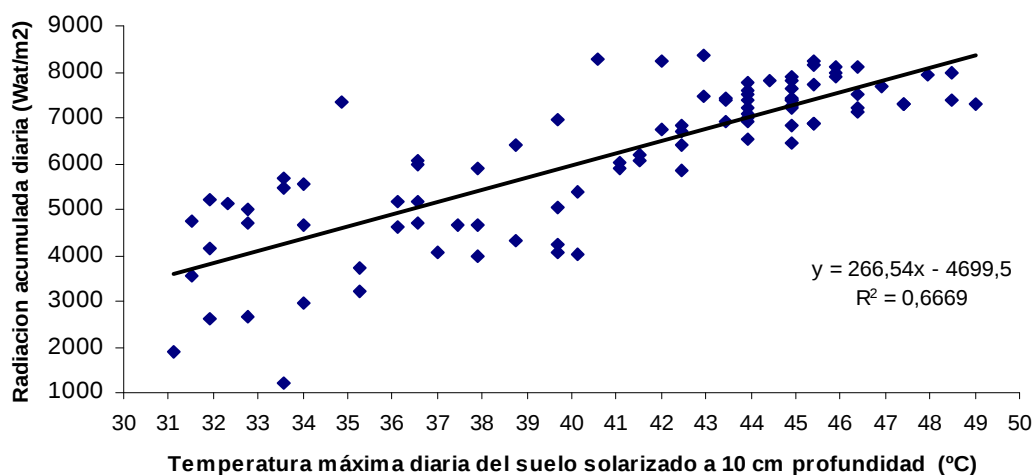
Gráfica 4.- Recta de regresión con su ecuación y valor de R cuadrado de la radiación acumulada diaria frente a la temperatura máxima diaria a 10 cm de profundidad en suelo solarizado en Güímar.



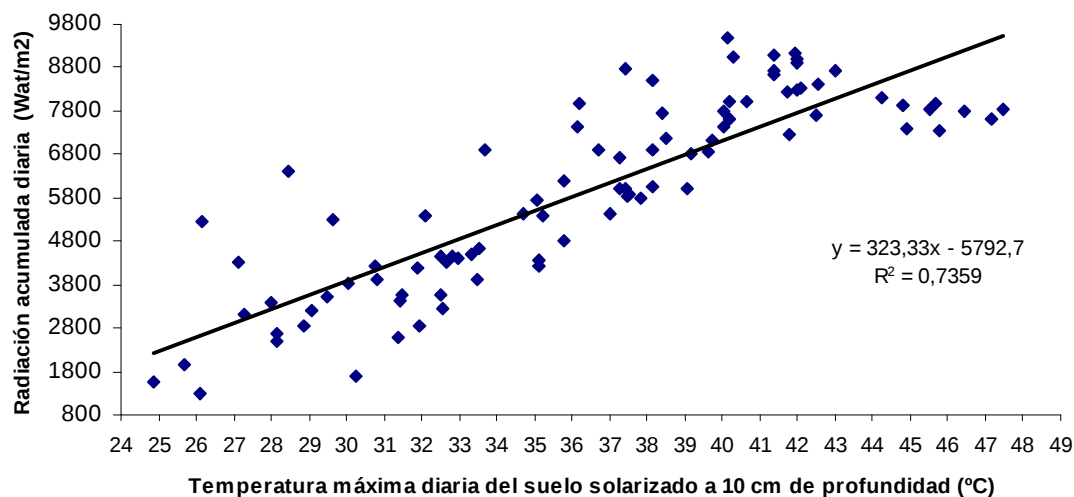
Gráfica 5.- Recta de regresión con su ecuación y valor de R cuadrado de la radiación acumulada diaria frente a la temperatura máxima diaria a 10 cm de profundidad en suelo solarizado en Vilaflores.



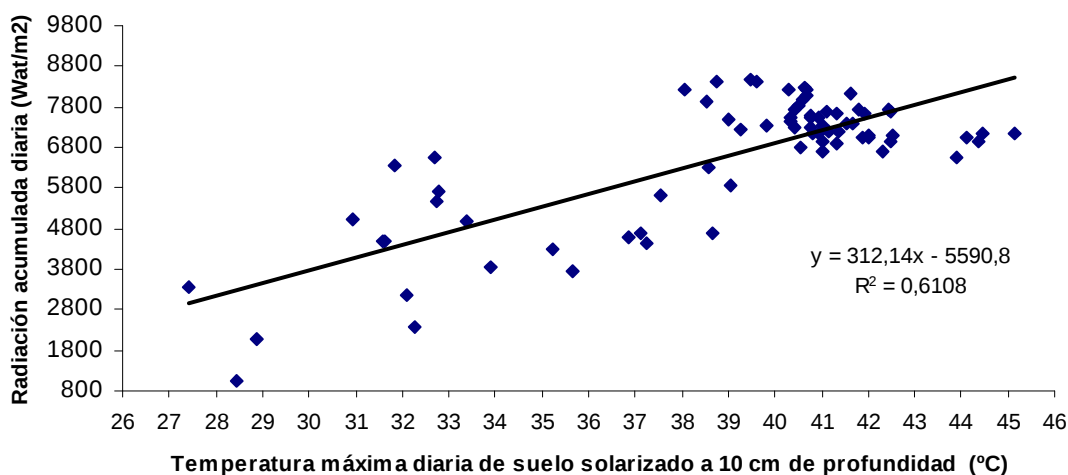
Gráfica 6.- Recta de regresión con su ecuación y valor de R cuadrado de la radiación acumulada diaria frente a la temperatura máxima diaria a 10 cm de profundidad en suelo solarizado en Icod.



Gráfica 7.- Recta de regresión con su ecuación y valor de R cuadrado de la radiación acumulada diaria frente a la temperatura máxima diaria a 10 cm de profundidad en suelo solarizado en Arico.



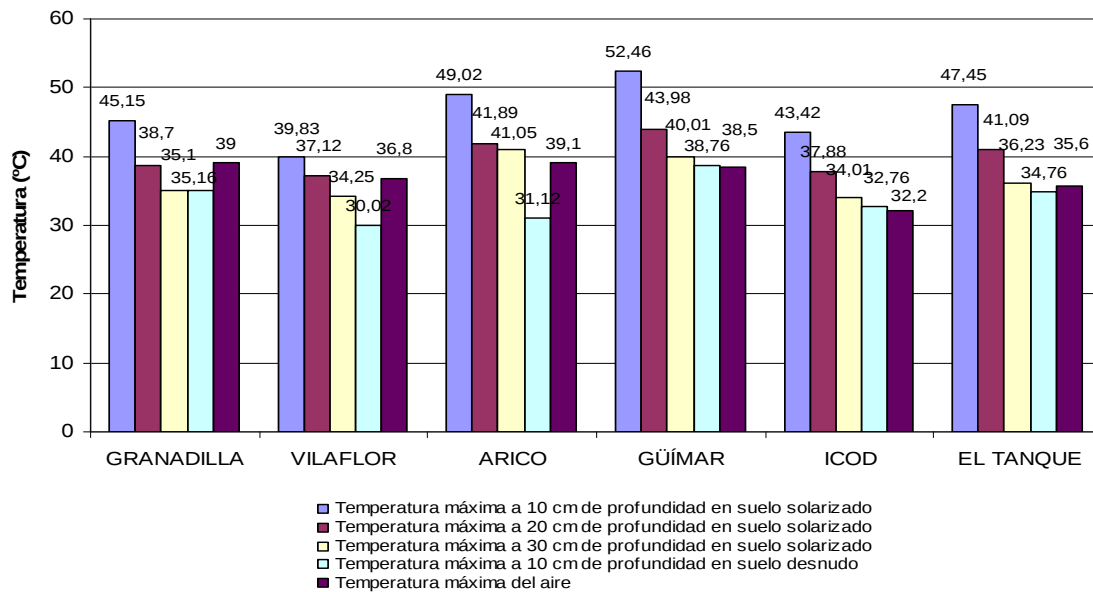
Gráfica 8.- Recta de regresión con su ecuación y valor de R cuadrado de la radiación acumulada diaria frente a la temperatura máxima diaria a 10 cm de profundidad en suelo solarizado en Ruigómez (El Tanque).



Gráfica 9.- Recta de regresión con su ecuación y valor de R cuadrado de la radiación acumulada diaria frente a la temperatura máxima diaria a 10 cm de profundidad en suelo solarizado en Granadilla.

4.3.- REGISTROS DE TEMPERATURAS DE SUELO

En el siguiente gráfico se detallan las temperaturas máximas a los 10, 20 y 30 cm de profundidad en suelo solarizado, a los 10 cm en suelo desnudo y las temperaturas máximas del aire durante el periodo de realización de la solarización en cada uno de los emplazamientos.

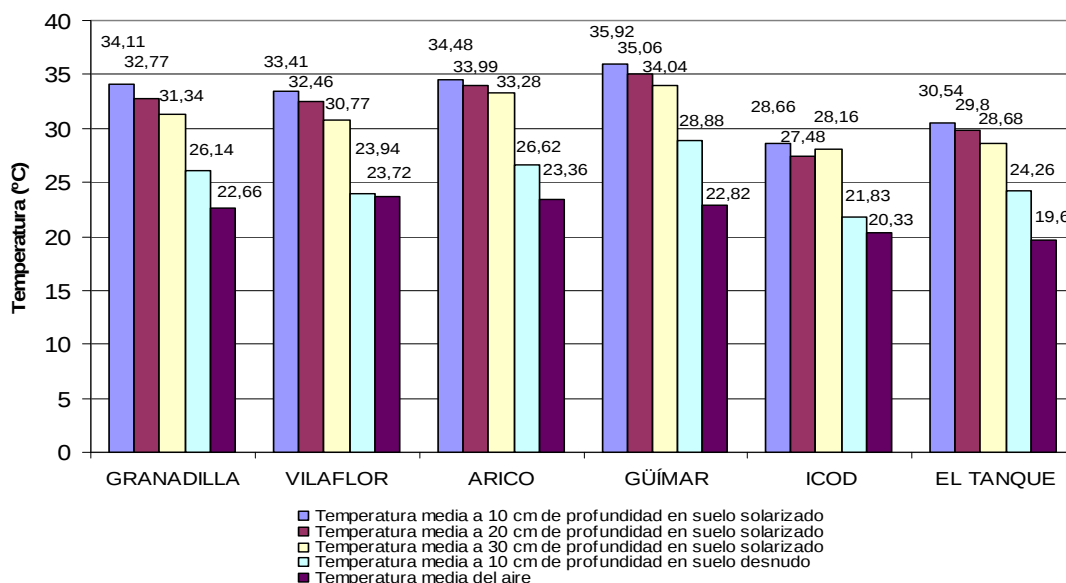


Gráfica 10.- Temperaturas máximas a 10, 20 y 30 cm de profundidad en suelo solarizado, máximas a 10 cm en suelo desnudo y máximas del aire durante el periodo de realización de la solarización en cada uno de los emplazamientos.

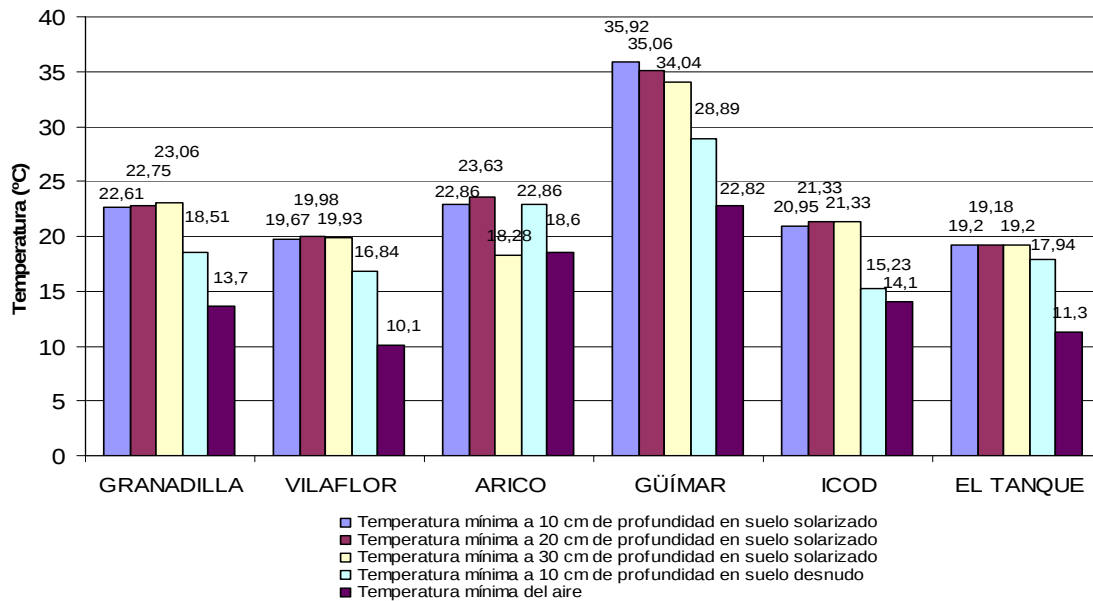
Se observa que la máxima temperatura en todas las localizaciones y en suelo solarizado, como era de esperar, se obtiene a los 10 cm de profundidad seguidas de las temperaturas a los 20 cm y por último las correspondientes a los 30 cm de profundidad. Asimismo en la mayoría de los emplazamientos las temperaturas máximas del aire superan a las temperaturas del suelo desnudo a 10 cm de profundidad.

La máxima temperatura de todas las localizaciones se alcanzó en Güímar a 10 cm de profundidad en suelo solarizado seguida de Arico y El Tanque, ésta última a pesar de que el suelo no se encontraba en tempero en el momento de la colocación del plástico. Las menores temperaturas a 10 cm de profundidad se registraron en Icod, Vilaflor y Granadilla, éstas dos últimas localizaciones en suelos con jable.

En el gráfico 11 y 12 se exponen las temperaturas medias y mínimas, respectivamente, a los 10, 20 y 30 cm de profundidad en suelo solarizado, a los 10 cm en suelo desnudo y las del aire durante el periodo de realización de la solarización en cada uno de los emplazamientos.



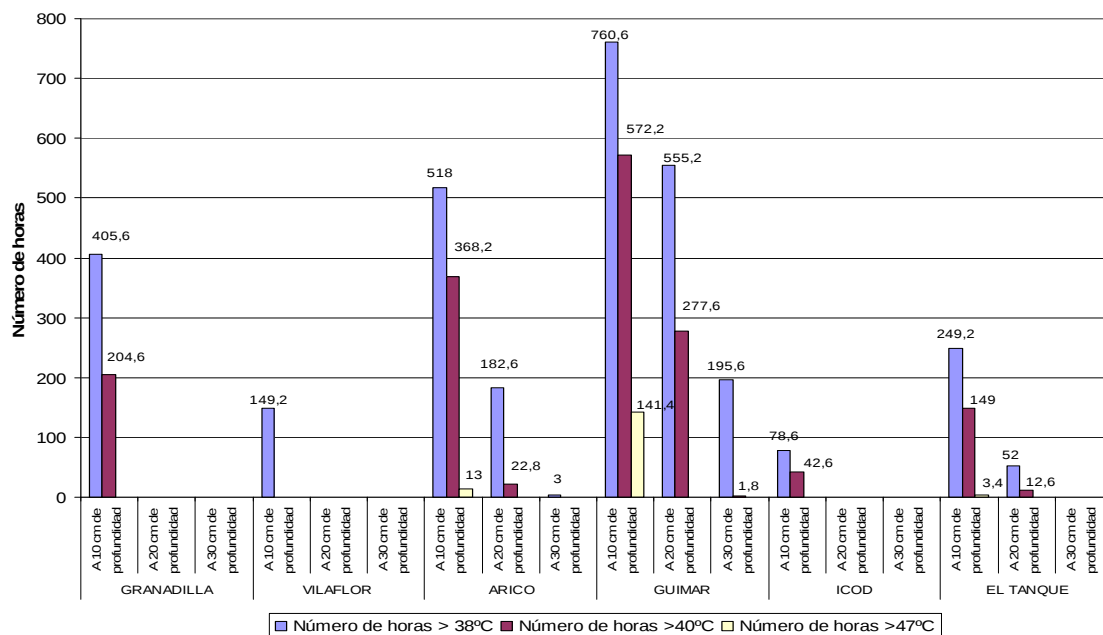
Gráfica 11.- Temperaturas medias a 10, 20 y 30 cm de profundidad en suelo solarizado, mínimas a 10 cm en suelo desnudo y mínimas del aire durante el periodo de realización de la solarización en cada uno de los emplazamientos.



Gráfica 12.- Temperaturas mínimas a 10, 20 y 30 cm de profundidad en suelo solarizado, mínimas a 10 cm en suelo desnudo y mínimas del aire durante el periodo de realización de la solarización en cada uno de los emplazamientos.

En el gráfico 11 y 12 se observa que, en general, se mantiene la tendencia de disminución de temperatura a medida que profundizamos en el suelo solarizado, aunque las diferencias entre las distintas profundidades son menores que las obtenidas en el caso de las temperaturas máximas. Asimismo se mantienen las temperaturas medias y mínimas del aire inferiores a las temperaturas medias y mínimas a 10 cm de profundidad en el suelo desnudo.

En el siguiente gráfico se expone para cada localización las horas acumuladas por encima de 38, 40 y 47 °C. Estas temperaturas se eligieron en base a los datos de temperaturas y tiempo mínimo requerido para matar el 90% de los propágulos de las principales especies patógenas fúngicas del suelo según estudios realizados por varios autores y que se detallan en la tabla 1.



Gráfica 13.- Número de horas acumuladas por encima de 38, 40 y 47°C a 10, 20 y 30 cm de profundidad en el suelo durante la solarización.

Según estudios realizados por Barbercheck y Von Broembsen, 1986 y Pinkas et al, 1984, es necesario 30 minutos a 38°C en el suelo para eliminar el 90% de los propágulos de *Phytophthora cinnamomi*. En todas las localizaciones evaluadas se superó esta cifra a los 10 cm de profundidad del suelo solarizado y a los 20 cm se superaron en Arico, Güímar y El Tanque.

Otras especies fúngicas como *Verticillium dahliae*, *Rhizoctonia solani*, *Phytophthora ultimum* y *Thielaviopsis basicola*, necesitan entre 100-200 horas acumuladas de temperatura superior a 40°C y entre 1 y 3 horas con temperaturas superiores a 47°C (Davis y Sorensen, 1986; Pullman et al, 1981). En todas las localizaciones, a excepción de Icod, se superaron, a los 10 cm de profundidad, las 100 horas acumuladas de temperaturas superiores a los 40°C. En las parcelas situadas en los municipios de Granadilla, Arico y en Güímar y a los 10 cm de profundidad se superan las 200 horas acumuladas de temperaturas superiores a 40°C, en Güímar esta cifra también es superada a los 20 cm de profundidad.

Las solarizaciones que han superado los 47°C a los 10 cm de profundidad en suelos solarizados fueron las realizadas en Güímar con 141,4 horas, Arico con 13 horas y El Tanque con 3,4 horas.

5.- CONCLUSIONES

- En suelos con jable, el efecto amortiguador que ejerce la pumita impide que se alcancen las temperaturas necesarias para una buena desinfección del suelo por lo que se recomienda que en estos suelos se realice una biosolarización (incorporación de materia orgánica fresca o restos de *Brassica* + plástico).
- Del estudio de las relaciones entre los distintos parámetros, se obtuvo que la mejor correlación se produjo entre la radiación acumulada diaria frente a la temperatura máxima diaria a 10 cm de profundidad en suelo solarizado, por lo que se confirma que debe ser la radiación, el parámetro a tener en cuenta para elegir el periodo óptimo para realizar la solarización.
- En todas las localizaciones, a excepción de Icod, se superaron, a los 10 cm de profundidad, las 100 horas acumuladas de temperaturas superiores a los 40°C. En las parcelas situadas en los municipios de Granadilla, Arico y en Güímar a los 10 cm de profundidad se superaron las 200 horas acumuladas de temperaturas superiores a 40°C, en Güímar esta cifra también fue superada a los 20 cm de profundidad.
- Las solarizaciones que superaron los 47°C a los 10 cm de profundidad en suelos solarizados fueron las realizadas en Güímar con 141,4 horas, Arico con 13 horas y El Tanque con 3,4 horas.
- En base a los registros, desde su instalación hasta la actualidad, de 36 estaciones agrometeorológicas del Cabildo Insular de Tenerife (Anejo I), se establece que, a excepción de una, los cuatro meses donde se registran las mayores radiaciones son los meses de mayo, junio, julio y Agosto.

6.- AGRADECIMIENTOS

A los agricultores que han cedido parte de su superficie cultivable para la realización de este trabajo; a José Manuel Ledesma Riera, personal eventual del Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural del Cabildo Insular de Tenerife por el apoyo en la realización de este estudio y en la toma de datos.

7.- BIBLIOGRAFÍA

Barbercheck, M.E. and Von Broembsen, S.L. 1986. Effects of soil solarization on plant-parasitic nematodes and *Phytophthora cinnamomi* in South Africa. Plant Disease 70: 945 - 950.

Davis, J.R., Sorensen, L.H. 1986. Influence of soil solarization at moderate temperatures on potato genotypes with differing resistance to *Verticillium dahliae*. *Phytopathology*, 76, 1021.

Díaz, S., Rodríguez, A., Gallo, L. 2005. Solarización y biosolarización: Alternativas a la desinfección química de suelos agrícolas. Cuadernos de divulgación. Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación.

Frápolli, E.; Garijo C.; García, E. 2000. La desinfección del suelo por energía solar (solarización). Comunicaciones I+D. nº29/00. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca.

Katan, J. 1981. Solar heating (solarization) of soil for control of soil-borne pest. *Annual Review of Phytopathology* 19:211-236.

Katan, J.; Greenberguer, A.; Alon, H.; Grinstein, A. 1976. Solar heating by polyethylene mulching for the control of disease caused by soil-borne pathogens. *Phytopathology*. 66:683-688.

Pinkas, Y., Kariv, A., and Katan, J. 1984. Soil solarization for the control of *Phytophthora cinnamomi*: thermal and biological effects. *Phytopathology* (Abstr.) 74: 796.

Pullman, G.S., Devay, J.E., Garber, R.H. 1981. Soil solarization and thermal death: a logarithmic relationship between time and temperature for four soilborne plant pathogens. *Phytopathology*, 71, 959.

ANEXO I.-

Tabla 5a.- Media mensual de la radiación diaria acumulada (W/m^2).

	PERIODO (AÑOS)									
	2004-2011	2004-2011	2004-2011	2004-2011	2000-2011	2000-2011	2004-2011	2000-2011	2000-2011	2003-2011
MESES	VICTO	MATAN	TACOR	URSUL	RAVELO01	HELECHO	ORTIZ	BVISTA	GALLETAS	ABONA
Enero	2808	2787	3189	2753	2940	3046	3167	3198	3430	3365
Febrero	3127	3353	3695	3140	3623	3786	3497	3949	4456	4481
Marzo	4027	4380	4763	3972	4405	4714	4336	4904	4825	5508
Abril	4434	4920	5212	4338	4663	4709	5265	5663	5135	5998
Mayo	4745	5250	5569	4593	4990	5400	5462	6111	5440	6813
Junio	4907	5667	5616	4818	5846	6141	6173	6231	6122	7221
Julio	5424	5984	5565	4967	6230	7519	7531	5912	7101	7661
Agosto	4731	5405	5397	4332	5710	6549	6690	5567	6056	7020
Septiembre	3893	4563	4770	3864	4763	4470	4503	5352	4582	5623
Octubre	3220	3648	3905	3381	3577	3510	3768	4302	4094	4536
Noviembre	2684	2915	3116	2695	2809	2893	3113	3176	3592	3403
Diciembre	2446	2571	2775	2410	2535	2749	2947	2801	3331	3115

Denominación: VICTO Municipio: La Victoria (El Lomo) Cota: 648 X: 357109 Y: 3144864

Denominación: MATAN Municipio: La Matanza (Cruz del Camino) Cota: 650 X: 359196 Y: 3147834

Denominación: TACOR Municipio: Tacoronte (Aguagarcía) Cota: 643 X: 363512 Y: 3150747

Denominación: URSUL Municipio: Sta. Úrsula (Los Castaños) Cota: 550 X: 353588 Y: 3143582

Denominación: RAVELO01 Municipio: El Sauzal (Ravelo) Cota: 922 X: 362091 Y: 3148289

Denominación: HELECHO Municipio: ARICO (El Bueno) Cota: 930 X: 353719 Y: 3122139

Denominación: ORTIZ Municipio: Arico (Bco. de La Puente) Cota: 725 X: 350851 Y: 3118724

Denominación: BVISTA Municipio: Buenavista Cota: 66 X: 319130 Y: 3140834

Denominación: GALLETAS Municipio: Arona (Guargacho) Cota: 73 X: 337440 Y: 3102083

Denominación: ABONA Municipio: Arico Cota: 410 X: 353849 Y: 3117213

Tabla 5b.- Media mensual de la radiación diaria acumulada (W/m²).

	PERIODO (AÑOS)									
	2000-2011	2000-2011	2004-2011	2000-2011	2004-2011	2005-2011	2005-2011	2004-2011	2004-2011	2004-2011
MESES	VILAFLO	GUIAISO01	PALMA	ARICO_01	TRIGO	SMIG	PINAL	MENA	BADAJ	AÑAVI
Enero	3222	3393	2989	3365	2624	3440	3348	3277	2421	2681
Febrero	4065	4256	3411	4481	3393	3829	3714	3764	2866	3297
Marzo	5092	5261	4172	5508	3999	5085	5005	4868	3911	4351
Abril	5405	5542	4887	5998	4439	5537	5470	5666	4935	4990
Mayo	6269	5991	5249	6813	4687	5981	5886	6083	5595	5839
Junio	7409	6175	5722	7221	4725	6279	6397	6401	6073	6226
Julio	8016	7035	5611	7661	4714	7381	7628	7367	6383	7171
Agosto	7071	6233	5317	7020	4339	6695	6925	6640	6137	6371
Septiembre	5144	5025	4611	5623	3956	4744	4710	4733	3583	3930
Octubre	4066	4296	3904	4536	3530	4098	3947	3929	2952	3233
Noviembre	3118	3427	2935	3403	2711	3461	3299	3217	2252	2483
Diciembre	2932	3048	2374	3115	2339	3227	3153	2958	2041	2317

Denominación: VILAFLO Municipio: Vilaflor (El Frontón) Cota: 1258 X: 340126 Y: 3114250

Denominación: GUIAISO1 Municipio: Guía de Isora Cota: 476 X: 324373 Y: 3122251

Denominación: PALMA Municipio: Buenavista (El Palmar) Cota: 556 X: 318453 Y: 3135931

Denominación: ARICO_01 Municipio: Arico (Llanos de San Juan) Cota: 135 X: 355400 Y: 3112604

Denominación: TRIGO Municipio: Los Silos (Tierra del Trigo) Cota: 450 X: 323464 Y: 3138058

Denominación: SMIG Municipio: Granadilla (Charco del Pino) Cota: 505 X: 344478 Y: 3109181

Denominación: PINAL Municipio: Granadilla (El Pinalete) Cota: 850 X: 342278 Y: 3112313

Denominación: MENA Municipio: Güímar (Lomo de Mena) Cota: 500 X: 360740 Y: 3127892

Denominación: BADAJ Municipio: Güímar (Bco. de Badajoz) Cota: 340 X: 360163 Y: 3131456

Denominación: AÑAVI Municipio: Güímar (Morra del Tanque) Cota: 700 X: 359693 Y: 3134065

Tabla 5c.- Media mensual de la radiación diaria acumulada (W/m²).

MESES	PERIODO (AÑOS)									
	2003-2011	2003-2011	2004-2011	2000-2011	2004-2011	2004-2011	2000-2011	2004-2011	2000-2011	2003-2011
	TOPO	LLANI	REDON	PSJUAN02	HOYOS	POZO	TEJINA01	CHIO	OROTAV01	RATIL
Enero	2949	2748	2722	3685	3499	3269	2982	3180	2955	2664
Febrero	3629	3323	2923	4576	4013	3682	3803	3712	3629	3184
Marzo	4672	3956	3741	5547	5227	4886	4675	4910	4350	3835
Abril	5460	4329	3983	6208	6115	5327	5549	5377	4695	4114
Mayo	6285	4295	4188	6724	6737	5800	6108	5918	5058	4251
Junio	6676	4149	4497	6825	7382	5885	6283	6050	5498	4512
Julio	7217	4761	5114	6917	7690	7051	5869	7174	5452	4605
Agosto	6385	4454	4484	6277	7020	6134	5784	6171	4848	4058
Septiembre	4507	4040	3637	5479	5764	4511	5322	4590	4474	3616
Octubre	3742	3478	3125	4757	4659	3887	4103	3956	3726	3172
Noviembre	2918	2708	2563	3727	3471	3213	3024	3119	2789	2580
Diciembre	2625	2461	2321	3097	2819	2834	2583	2701	2619	2398

Denominación: TOPO Municipio: Güímar (Topo Negro) Cota: 280 X: 362190 Y: 3134150

Denominación: LLANI Municipio: Icod de los Vinos (Llanito Perera) Cota: 475 X: 334646 Y: 3138781

Denominación: REDON Municipio: Icod de los Vinos (Redondo) Cota: 525 X: 332578 Y: 3137523

Denominación: PSJUAN02 Municipio: Guía de Isora (Playa S.Juan) Cota: 50 X: 321944 Y: 3119227

Denominación: HOYOS Municipio: Santiago del Teide (Marquesa del Hoyo) Cota: 990 X: 322961 Y: 3132354

Denominación: POZO Municipio: Guía de Isora (El Pozo) Cota: 700 X: 326949 Y: 3120648

Denominación: TEJINA01 Municipio: La Laguna (Tejina. Cno. de la Costa) Cota: 90 X: 363440 Y: 3156989

Denominación: CHIO Municipio: Guía de Isora (Chío) Cota: 735 X: 324442 Y: 3124348

Denominación: OROTAV01 Municipio: Orotava (El Rincón-EL Pinito) Cota: 216 X: 352002 Y: 3143564

Denominación: RATIL Municipio: La Orotava (El Ratiño) Cota: 380 X: 348931 Y: 3140312

Tabla 5d.- Media mensual de la radiación diaria acumulada (W/m^2).

	PERIODO (AÑOS)					
	2004-2011	2004-2011	2004-2011	2004-2011	2003-2011	2000-2011
MESES	SUERT	BENIJ	PALOB	REALE	TEGES	GUAN1HA1
Enero	2770	2795	2643	2911	2861	3137
Febrero	2999	3037	2980	3202	3613	3792
Marzo	3678	3723	3638	3838	4603	4452
Abril	3814	3786	3762	3956	5013	4787
Mayo	3863	3864	3865	4026	5432	5423
Junio	4142	4390	4124	4345	5450	5642
Julio	4300	5099	4499	4781	5509	5216
Agosto	3761	4416	3902	4164	5451	5010
Septiembre	3312	3448	3334	3525	4873	4769
Octubre	3059	3189	3064	3328	3745	3960
Noviembre	2603	2597	2520	2716	2922	3000
Diciembre	2417	2410	2266	2478	2490	2771

Denominación: SUERT Municipio: La Orotava (La Suerte) Cota: 551 X: 348914 Y: 3139475

Denominación: BENIJ Municipio: Orotava (Benijos) Cota: 906 X: 348420 Y: 3138219

Denominación: PALOB Municipio: Los Realejos (Palo Blanco) Cota: 595 X: 345375 Y: 3139052

Denominación: REALE Municipio: Los Realejos (Icod El Alto) Cota: 770 X: 341820 Y: 3139577

Denominación: TEGES Municipio: Tegueste (La Padilla) Cota: 400 X: 367096 Y: 3154122

Denominación: GUAN1HA1Municipio: La Guancha (Charco del Viento) Cota: 60 X: 336580 Y: 3142405