

Fluctuaciones de temperaturas en un suelo pardo con carbonatos y sus implicaciones fitosanitarias

Lidcay Herrera Isla (1), Isabel Domínguez Hurtado (2), Pablo González Rabelito (3) y Orlando Saucedo Castillo (4)

- (1) Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.
- (2) Centro Meteorológico de Villa Clara.
- (3) Facultad de Agronomía, Universidad de la República Oriental del Uruguay.
- (4) Centro de Investigaciones Agropecuarias, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.

Los valores de la temperatura del suelo han tenido desde tiempos inmemoriales influencia en el desarrollo de las plantas y de la microbiota que se desarrollan en su interior. El efecto de la temperatura sobre el crecimiento y desarrollo del sistema radical de la planta, así como sobre los microorganismos habitantes, determina en ocasiones un pobre desarrollo de las plantas y variaciones en el tipo y número de microorganismos y sus interrelaciones dentro del suelo.

Desde el punto de vista fitosanitario es conocida la influencia que la temperatura ejerce sobre hongos y bacterias fitopatógenas, así como nemátodos e insectos. La mayoría de los microorganismos son mesófilos, que requieren una temperatura óptima entre los 25 y 30 °C. No obstante, la actividad enzimática, principalmente de los hidrolíticos, para los psinófitos está entre los 0 y 15 °C, para los mesófilos entre 20 y 40 °C y para los termófilos entre los 50 y 70 °C (Alexander, 1980; Mayea y otros, 1997).

El mayor impacto sobre la microflora del suelo lo producen las altas temperaturas que se generan naturalmente de la radiación solar y artificialmente por la quema de la vegetación que se produce de diversas formas. Cuando los microorganismos se someten al calor húmedo y a temperaturas por encima de la media para su desarrollo, la viabilidad se reduce.

La mortalidad térmica depende tanto de la temperatura en sí, como del tiempo de exposición. La supervivencia de los microorganismos expuestos es menor y los que toleran ese efecto quedan debilitados y, por tanto, su capacidad fitopatógena es menor, además de ver disminuido su potencial de inóculo (Katan, 1980).

El efecto de las altas temperaturas ha sido estudiado por diversos autores mediante el empleo de cobertores de polietileno transparente. Bohra y otros (1996) encontraron un aumento entre 7 y 10 °C a los 5 cm, logrando un control efectivo sobre *Cylindrocarpon lichenicola* K; Montealegre y otros (1997) hallaron que en suelo solarizado se alcanzaron temperaturas de 45,7; 38,1 y 35,1 °C a 10, 20 y 30 cm de profundidad, ejerciendo un control efectivo sobre *Fusarium oxysporum* sp. *fragariae*. Herrera y otros (1996) registraron temperaturas de 39 °C a 5 cm en un suelo solarizado a 840 msnm y el máximo valor obtenido fue de 43 °C.

Eddaoudi y otros (1995), en Marruecos, lograron controlar en un 98 % las poblaciones de *Meloidogyne javanica* mediante el aumento entre los 10 y 12 °C a 5 cm de profundidad en un suelo solarizado. Diversos autores han confirmado el efecto fitosanitario producido por la solarización sobre diversos organismos del suelo (Katan, 1980, 1981, 1983, 1991; Porter y otros, 1985; Cassanello y otros, 1999 y Gepp y otros, 1999).

Se registraron las variaciones térmicas del suelo por el Centro de Meteorología de Villa Clara, a través de la Estación Meteorológica ubicada en el Valle del Yabú, ubicada en los 22,4 grados de latitud norte y 80 grados de longitud oeste, a 116,44 msnm, sobre suelos pardos con carbonatos. Las variables registradas fueron: temperatura máxima y mínima, media decenal en la superficie; temperatura media decenal a 5 y 10 cm de profundidad y radiación global en el período comprendido entre los años 1980 y 2000. Además, se registraron en la Estación Meteorológica de la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, ubicada a 22,4 grados de

Latitud Norte y 90 grados de longitud oeste, a 85 msnm y sobre suelos pardos con carbonatos, las temperaturas del suelo con y sin cobertor de polietileno transparente de 40 micras de espesor. Las variables fueron máximas y mínimas diarias en superficie; máximas y mínimas diarias a 5 y 10 cm de profundidad y la radiación global, en un período comprendido entre julio y septiembre de 2000.

Los resultados encontrados sobre los 20 años de registros de temperaturas del suelo en la Estación Meteorológica del Yabú arrojaron que los valores promedios de mínima y máxima en la superficie fueron de 19,0 °C y de 48,8 °C, con una media anual de 43,4 °C y una amplitud térmica (oscilación) de 29,8 °C. La temperatura máxima promedio en

ese período se registró en el mes de abril con 53,9 °C y una amplitud térmica de 36,1 °C. Entre abril y septiembre se encuentran los valores más altos dentro del año, excediendo todos ellos los 50 °C (tabla 1). Estos resultados permiten inferir que entre estos meses se encuentra el período óptimo para efectuar los tratamientos físicos del suelo, mediante el uso de la solarización. Este comportamiento de las temperaturas del suelo se debe a que en este período ocurren los mayores valores de radiación solar, con cifras entre los 14,66 y 12,53 MJm² (abril y septiembre, respectivamente). Los valores de lluvia caída, con excepción del mes de abril, son también los más abundantes durante todo el año, con valores acumulados totales anuales de 1 330,82 mm como promedio (tabla 2).

Tabla 1. Registro de temperaturas máximas, mínimas, promedio y amplitud térmica en el período comprendido entre los años 1980-2000 para un suelo pardo con carbonatos en la superficie

Meses	Temperaturas		Promedio	Amplitud Térmica
	Mínimas	Máximas		
Enero	15,9	43,5	37,7	27,5
Febrero	15,8	46,7	39,2	30,9
Marzo	16,7	49,2	41,3	32,5
Abril	17,8	53,9	44,8	36,1
Mayo	19,7	52,0	45,7	32,3
Junio	21,4	51,5	47,2	30,1
Julio	21,4	53,1	47,9	31,8
Agosto	21,4	53,3	48,1	31,9
Septiembre	21,4	50,6	46,7	29,1
Octubre	20,3	47,8	44,2	27,5
Noviembre	18,8	42,4	40,0	23,6
Diciembre	17,0	41,2	37,6	24,3
Promedio anual	19,0	48,8	43,4	29,8

Tabla 2. Registro de radiación global y acumulado de precipitaciones mensuales en el período comprendido entre los años 1980-2000 para un suelo pardo con carbonatos

Meses	Radiación solar (MJm ⁻²)	Lluvia (mm)
Enero	7,85	39,20
Febrero	7,95	38,50
Marzo	7,95	75,12
Abril	14,66	55,70
Mayo	14,47	168,07
Junio	14,05	184,23
Julio	14,10	151,31
Agosto	13,71	178,85
Septiembre	12,53	176,60
Octubre	10,74	135,20
Noviembre	8,69	92,68
Diciembre	7,51	35,39
Promedio anual	11,2	1 330,82

Las observaciones registradas en el período comprendido entre el 3 de julio y el 4 de septiembre de 2001, en el cual se desarrolló el ensayo, arrojaron que las temperaturas, tanto en la superficie como a 5 y 10 cm de profundidad, fueron superiores en este período a la media histórica (1980-2000) en más de 1,5 °C en las tres variantes. Estos resultados corroboraron el incremento de la temperatura que se observa en todo el planeta

(tabla 3). Sin embargo, al analizar los datos sobre las lluvias y radiación solar, se observan valores muy inferiores para las primeras (88,3 mm en julio contra 151,3 en el registro histórico) promediando 100 mm menos de precipitaciones. Algo similar ocurre con la radiación solar, con valores para el período del ensayo de 10,8 MJm² contra 13,9 para el registro histórico (tabla 4).

Tabla 3. Registro de temperatura de julio y agosto en superficie, a 5 y 10 cm de profundidad, para el año 2001 y para el período 1980-2000, en suelo pardo con carbonato.

Meses	Temperatura de la Superficie (°C)		Temperatura A 5 cm. (°C)		Temperatura a 10 cm. (°C)	
	2001	Registro histórico	2001	Registro histórico	2001	Registro histórico
Julio	37,6	35,4	31,7	29,9	30,7	28,5
Agosto	36,7	34,5	31,3	28,5	30,5	29,5
Promedio	37,2	35,0	31,5	29,2	30,6	29,0

Tabla 4. Registro de lluvias y radiación global de julio y agosto para el año 2001 y para el período 1980-2000 en un suelo pardo con carbonatos

Meses	Temperatura de la Superficie (°C)		Temperatura A 5 cm. (°C)	
	2001	Registro histórico	2001	Registro histórico
Julio	88,3	151,3	11,0	14,1
Agosto	141,8	178,8	10,5	13,7
Promedio	230,1	330,2	10,8	13,9

Todas estas observaciones registradas, tanto en el período 1980-2000 como las realizadas en el ensayo con cobertor, permitieron conocer que las temperaturas que se producen tanto en la superficie como en el interior del suelo, permiten efectuar una acción antimicrobiana eficiente, ya que los valores alcanzados y mantenidos durante períodos entre 30 y 60 días, producen valores letales que provocan la eliminación o el aletargamiento de numerosos organismos nocivos para las plantas, principalmente bacterias, hongos y nemátodos. González y otros (2002 I; 2002 II; 2002, III) reportaron que la supervivencia de diversos hongos fitopatógenos se ve afectada por el efecto solarizante del cobertor empleado, así como diversos géneros de nemátodos fitoparasíticos y la población bacteriana del suelo se ve deprimida por esta técnica.

Con estos resultados se puede aseverar que en la región central de Cuba, donde predominan los suelos

pardos con carbonatos, la aplicación de la solarización como medida fitosanitaria puede realizarse en los períodos comprendidos entre los meses de abril y septiembre, y preferentemente para las plantas hortícolas y el tabaco, en el período comprendido entre julio y agosto.

BIBLIOGRAFÍA

Alexander, M. (1980): *Introducción a la microbiología del suelo*. AGT Editorial S. A., 2da. Edición, pp. 43-116.

Bohra, M.; L. Harsh; S. Lodha (1996): "Solar heating for controlling pathogens of joroba (*Simmondsia chinensis*) in nursery soils". *Indian Journal of Agricultural Sciences* 66 (11): 679-683.

Casanello, M. E. y C. A. Núñez (1999): "Solarización: auspiciosa tecnología para el control sustentable de

- plagas y enfermedades del suelo en invernáculos”. Validación de nuevas tecnologías. Resultados de trabajos de PREDEG y PROVA con productores PREDEG”. *Reconversión y desarrollo de la granja* 11 (9): 13-14.
- Eddaoudi, M. y M. Ammati (1995): “Etude des effets simple et combine de la solarisation du sol et de l’utilisation de varietes de tomate resistente sur les populations telluriques de *Meloidogyne javanica* et sur la production de la tomate dans le Sud Marocain”. *Afro-Asian Journal of Namtology* 5 (1): 28-33.
- Gepp, V.; E. Silveira ; J. Rodríguez y A. Gómez (1999): La solarización para el control de *Sclerotia*. III Congreso de Agricultura Orgánica del Uruguay y II Encuentro de Producción Orgánica del MERCOSUR, Montevideo, 2-4 de diciembre, pp. 23-27.
- González, R. P.; L. Herrera Isla; C. Pérez Navarro; Norma Suárez; M. Díaz y O. Saucedo (2002): “La solarización como medida fitosanitaria I. Efecto sobre la microflora de un suelo pardo con carbonatos”. *Centro Agrícola* 28 (4): 87-90.
- _____ (2002): “La solarización como medida fitosanitaria II. Efecto sobre la supervivencia de hongos fitopatógenos del suelo”. *Centro Agrícola* 28 (4): 91-92.
- González, R. P.; L. Herrera Isla; C. Pérez Navarro; J. Pérez; M. Díaz Castellanos y O. Saucedo (2002): “La solarización como medida fitosanitaria III. Efecto sobre la población de nemátodos en semilleros de tabaco”. *Centro Agrícola* 29 (1): 89-91.
- Herrera, F. y C. Ramírez (1996): “Períodos de solarización y adición de gallinaza sobre la sobrevivencia de propágulos de *Cyperus rotundus*, *Rottboellia cochinchinensis* y *Bidens pilosa*”. *Agronomía Mesoamericana* 7 (1): 1-8.
- Katán, J. (1980): “Solar Pasteurization of soils for disease control: status and prospect”. *Plant Disease* (64): 450-454.
- _____ (1981): “Solar heating (solarization) of soil for control of soilborne pests”. *Ann. Rev. Phytopathology* (19): 211-236.
- Katán, J.; G. Fishler y A. Grinstein (1983): “Short and long term effects of soil solarization and crop sequence on *Fusarium* kilt and yield of cotton in Israel”. *Phytopathology* (73): 1215-1219.
- Katán, J. y J. de Vay (1991): *Soil solarization*. Boca Raton C. R. C. Press, 267 pp.
- Mayea, S. y otros (1997): *Microbiología agropecuaria*. Tomos 1 y 2, Editorial Félix Varela, La Habana, 565 pp.
- Montealegre, J.; P. Fuentes y J. Enríquez (1996): “Efecto de la solarización y fumigación en el control de *Pyrenochaeta lycopersici* y su relación con el rendimiento y calidad de un cultivo de tomate”. *Fitopatología* 31 (3): 217-229.
- Porter, I. y R. Merriman (1985): “Evaluation of soil solarization for control of root disease of row crops in Victoria”. *Plant Pathology* (34): 108-118.
- Stapleton, J. y J. de Vay (1984): “Thermal components of soil solarization or related to changes in soil and root microflora and increased plant growth response”. *Phytopathology* 74 (3): 255-259.
- Tamietti, G. y A. Garibaldi (1989): “The use of solarization against *Rhizoctonia solani* under greenhouse conditions in Liguria”. *Informatore Fitopatologico* (39): 43-45.

