

TEMPERATURA DE SUELOS EXPUESTOS A COBERTURAS PLASTICAS DE DIFERENTES COLORES DURANTE LA ESTACION LLUVIOSA EN LA ESTACION EXPERIMENTAL FABIO BAUDRIT

*Marco V. Gutiérrez*¹

RESUMEN

Temperatura de suelos expuestos a coberturas plásticas de diferentes colores durante la estación lluviosa en la Estación Experimental Fabio Baudrit. Del 28 de julio al 24 de setiembre de 1995, se evaluó el régimen de temperatura de suelos expuestos a coberturas plásticas de diferentes colores: negro, plateado, café, rojo, blanco, exterior blanco/interior negro y exterior plateado/interior negro. Además se incluyó una cobertura orgánica de material vegetal variado y un tratamiento testigo. Los cursos diurnos de la temperatura de los suelos expuestos a las coberturas de diferentes colores mostraron un patrón típico, dependiente de la radiación solar y de la dinámica del flujo de calor en el suelo. El día y la hora a la cual se alcanzó la máxima temperatura del suelo varió en función del color de la cobertura. Estos resultados parecieron deberse a las variaciones espectrales de los diferentes materiales utilizados. Las temperaturas máximas fueron registradas en suelos expuestos a coberturas de color rojo y café, y las mínimas en suelos expuestos a coberturas plateada y orgánica. Comparadas contra el tratamiento testigo, todas las coberturas fueron capaces de modificar sustancialmente la temperatura del suelo. Esto fue más evidente en días nublados caracterizados por bajos niveles de radiación solar. En estas condiciones, las coberturas roja y café elevaron, sensiblemente, la temperatura del suelo medida a 5 cm de profundidad, de manera semejante a los resultados obtenidos con el uso de coberturas transparentes durante el proceso de solarización. Las temperaturas mínimas registradas no se alcanzaron necesariamente en los

ABSTRACT

Temperature of soils exposed to different colored plastic covers during the rainy season at the Fabio Baudrit Experiment Station. The temperature regime of soils exposed to plastic mulches of different colors was evaluated. These included black, silver, brown, red, white, white surface/black interior and silver surface/black interior mulches. In addition, an organic mulch composed of various plant materials and a control treatment (uncovered soil surface) were included. Diurnal courses of soil temperature under mulches of different colors exhibited a typical pattern dependent on solar radiation and the dynamics of heat flux in soils. The date and the time at which maximum soil temperature was reached varied for different mulch colors. This seemed to be caused by variations in spectral properties of the materials used. Maximum temperatures were reached in soils covered with red and brown mulches, and minimum temperatures in soils exposed to silver and organic mulches. Compared against the control treatment, all mulch colors were able to modify soil temperature regimes. This was specially evident under cloudy days characterized by low solar radiation levels. Under these conditions, red and brown mulches significantly increased soil temperature measured at 5 cm depth, resembling the effects of transparent mulches used in soil solarization. Minimum temperatures were not necessarily observed in soils exhibiting lower maximum temperatures. Lowest temperatures were recorded in soils covered by organic materials, indicating the potential use of these mulches

¹ Ph. D., Programa de Agroambiente, Estación Experimental Fabio Baudrit, Universidad de Costa Rica.

suelos que mostraron temperaturas máximas más bajas. Las temperaturas más bajas se registraron en suelos cubiertos con materiales orgánicos, lo que sugiere el posible uso de este tipo de coberturas en ambientes caracterizados por la ocurrencia frecuente de estrés térmico en el suelo.

Palabras clave: cubiertas de plástico, cubrimiento del suelo, control ambiental, calentamiento del suelo, Costa Rica.

to ameliorate soil temperature in environments prone to temperature stress.

Keywords: plastic film covers, mulching, solar energy, environmental control, Costa Rica.



INTRODUCCION

Las coberturas plásticas son ampliamente utilizadas en la producción de hortalizas y frutas frescas. Los efectos benéficos de estas coberturas incluyen mayores rendimientos, cosechas más tempranas y alta calidad de los productos cosechados (Brown *et al.* 1991b). Estas respuestas han sido atribuidas a los efectos de las coberturas sobre la morfogénesis y las relaciones hídricas de las plantas (Ham y Lamont 1991), el control de plagas (especialmente áfidos) y malezas (Brown *et al.* 1991a), y a cambios en la fertilidad y en la temperatura del suelo (Liakatas *et al.* 1986; Soltani *et al.* 1995; Teasdale y Abdul-Baki 1995).

Dado que la producción de hortalizas es altamente dependiente de la lluvia en muchas regiones agrícolas y que existe el potencial de utilizar las coberturas plásticas con múltiples propósitos, citados anteriormente, en este estudio se evaluó el efecto de coberturas plásticas de diferentes colores sobre el régimen de temperatura del suelo durante la estación lluviosa.

MATERIALES Y METODOS

Las observaciones se realizaron en terrenos de la Estación Experimental Fabio Baudrit (EEFB), ubicada en Barrio San José de Alajuela (840

msnm), perteneciente a la zona de vida de bosque húmedo premontano, con un clima subhúmedo, caliente y una estación seca larga (más de 70 días con déficit hídrico) (Herrera 1985).

Materiales y tratamientos

El material utilizado fue plástico transparente de 0,0038 cm (1,50 milésimas de pulgada) de grosor, tratado para soportar la radiación ultravioleta. Los colores de las coberturas plásticas evaluadas fueron: negro, plateado, café, rojo, blanco, exterior blanco/interior negro (blanco/negro) y exterior plateado/interior negro (plateado/negro). Además se incluyó una cobertura orgánica formada por material vegetal variado y un tratamiento testigo. Estos materiales fueron evaluados en eras orientadas de este a oeste.

VARIABLES CLIMÁTICAS

Se midieron las siguientes variables climáticas en una estación meteorológica situada en las cercanías de las parcelas observadas: a) radiación solar total, b) condiciones atmosféricas (humedad y temperatura del aire) y c) precipitación.

La temperatura del suelo se midió a 5 cm de profundidad utilizando geotermógrafos (modelo MC-302, SoilTest, Il) del 28 de julio al 24 de se-

tiembre de 1995. Dado el número limitado de sensores, solo seis colores de coberturas plásticas fueron evaluadas a un mismo tiempo. Sin embargo, considerando el gran número de días observados (casi sesenta), se obtuvo una amplia gama de condiciones de radiación solar y de temperatura del suelo que permitió hacer una comparación cruzada entre todos los colores de coberturas evaluados.

La exactitud de los geotermógrafos fue constatada mediante inmersión de los sensores en un baño de agua caliente, cuya temperatura fue variada gradualmente y medida con un termómetro de mercurio.

RESULTADOS Y DISCUSION

Condiciones climáticas

Las condiciones climáticas prevalecientes durante el periodo de observación fueron típicas de la estación lluviosa (Figura 1). Estas se caracterizaron por la ocurrencia frecuente de importantes eventos de precipitación, y por niveles muy variables de radiación solar total diaria. Estos a su vez se reflejaron en considerables variaciones en la temperatura del aire (hasta 4 °C) y en la humedad relativa (hasta 15%) durante el periodo de observación.

Patrones de temperatura del suelo

Las coberturas plásticas modificaron la temperatura del suelo medida a 5 cm de profundidad, y la magnitud del efecto varió en función del color del material evaluado (Cuadro 1). Las diferencias en la temperatura máxima registrada en los suelos expuestos a las coberturas de diferentes colores (hasta 11 °C) fueron mayores que las diferencias en temperatura mínima (3 °C). Con excepción de las coberturas roja y café, el suelo descubierto (testigo) mostró temperaturas máximas superiores a todos los tipos de coberturas (Cuadro 1).

Los resultados indican que las temperaturas máxima, promedio y mínima alcanzadas por los suelos expuestos a coberturas de diferentes colores fueron estables a lo largo del periodo de observación de 60 días (Figura 2), observándose las mayores fluctuaciones en los valores de temperatura máxima (más de 5 °C en algunos casos) (Figura 2).

La temperatura de los suelos expuestos a coberturas roja y café mostraron las temperaturas máximas mayores (48 y 47 °C, respectivamente), seguidas por el tratamiento testigo y la cobertura blanca/negra (46 °C en ambos casos), la cobertura plateada/negra (42 °C), la cobertura blanca (39 °C), y las coberturas plateada y negra (38 °C en ambos casos). El suelo cubierto con materiales orgánicos alcanzó la menor temperatura máxima (37 °C).

El uso de coberturas orgánicas podría producir, entre otros beneficios, el mantenimiento de temperaturas más favorables en ambientes donde el calentamiento excesivo del suelo puede generar estrés térmico en las plantas cultivadas.

Las temperaturas mínimas registradas no se alcanzaron necesariamente en los suelos que mostraron temperaturas máximas más bajas (Cuadro 1). Por ejemplo, en el suelo cubierto por el plástico negro se registró una temperatura máxima de 38 °C; 10 °C menor que la temperatura máxima observada en el suelo bajo plástico rojo. Sin embargo, la temperatura mínima registrada en el suelo expuesto al plástico negro fue de igual magnitud que la registrada en el suelo expuesto al plástico rojo (30 °C).

Las Figuras 3, 4, 5 y 6 contienen los cursos diarios de temperatura del suelo medida a 5 cm de profundidad, registrados durante los días en que se alcanzó la mínima y la máxima temperatura del suelo para cada cobertura (excepto la blanca).

Los cursos diarios de la temperatura del suelo expuesto a las coberturas de diferentes colores mostraron un patrón típico dependiente de la radiación solar.

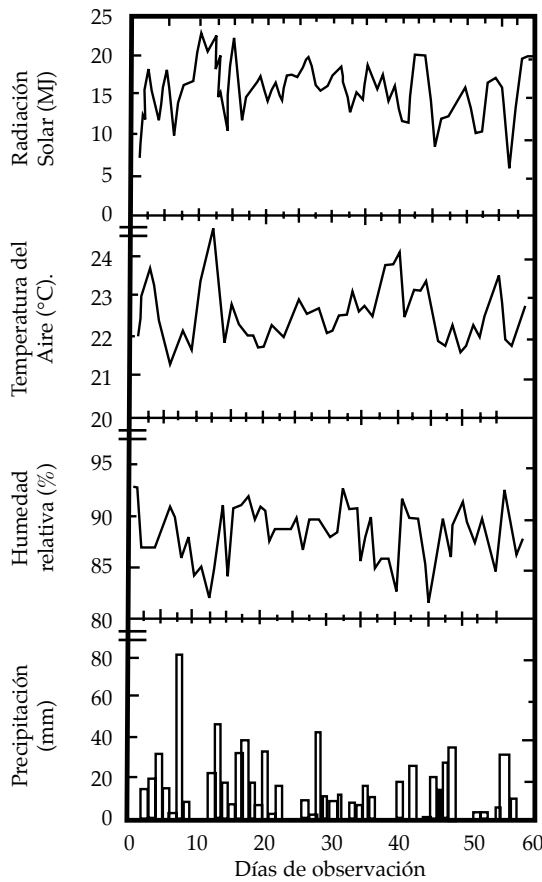


Figura 1. Condiciones climáticas prevalecientes durante el periodo de observación (28 de julio a 24 de setiembre) en la estación lluviosa de 1995 en la Estación Experimental Fabio Baudrit, Alajuela, Costa Rica.

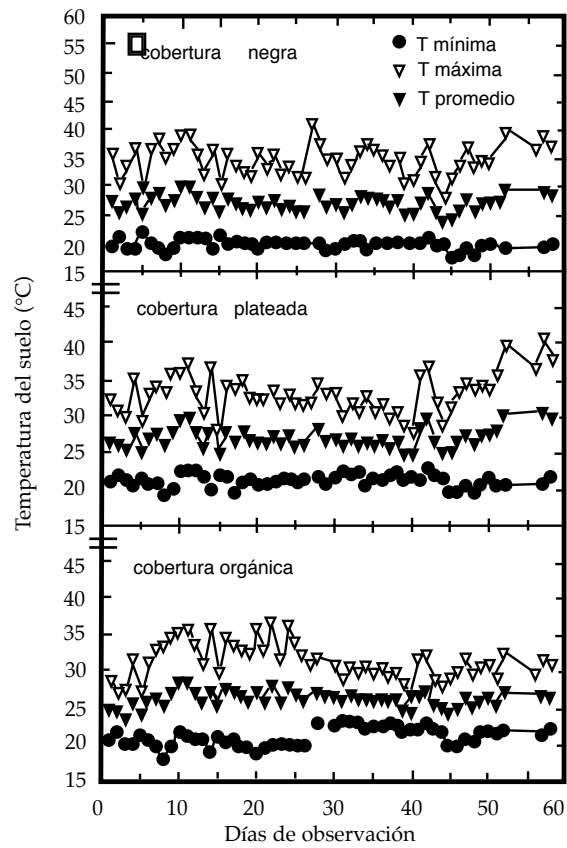


Figura 2. Valores diarios de temperatura (T) del suelo máxima, mínima y promedio para coberturas plásticas de tres colores diferentes durante la estación lluviosa de 1995 en la Estación Experimental Fabio Baudrit, Alajuela, Costa Rica.

Cuadro 1. Valores de temperatura máxima y mínima alcanzadas por suelos bajo coberturas plásticas de diferentes colores, durante la estación lluviosa (28 de Julio a 24 de Setiembre de 1995) en la Estación Experimental Fabio Baudrit, Alajuela, Costa Rica.

Cobertura	Temperatura máxima (°C)	Temperatura mínima (°C)
Testigo (Sin cobertura)	46	27
Orgánica	37	27
Plástico Rojo	48	30
Plástico Café	47	30
Plástico Blanco	39	28
Plástico Negro	38	30
Plástico Plateado	38	28
Plástico Blanco/Negro	46	28
Plástico Plateado/Negro	42	28

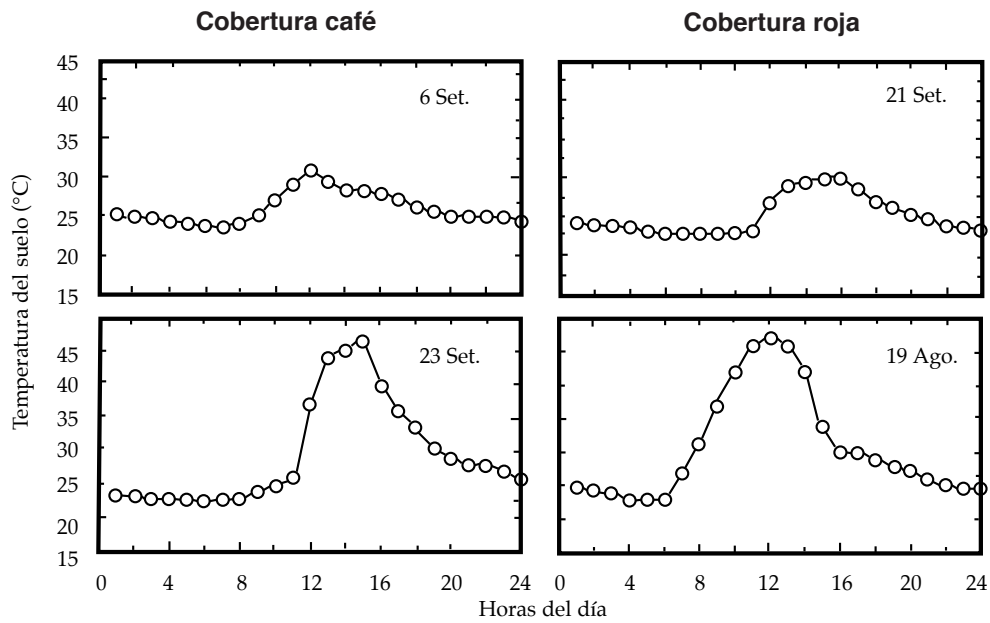


Figura 3. Curso diario de la temperatura medida a 5 cm de profundidad en suelos cubiertos con plásticos café y rojo. Para cada cobertura se muestran los días en que se alcanzó la menor y la mayor temperatura máxima.

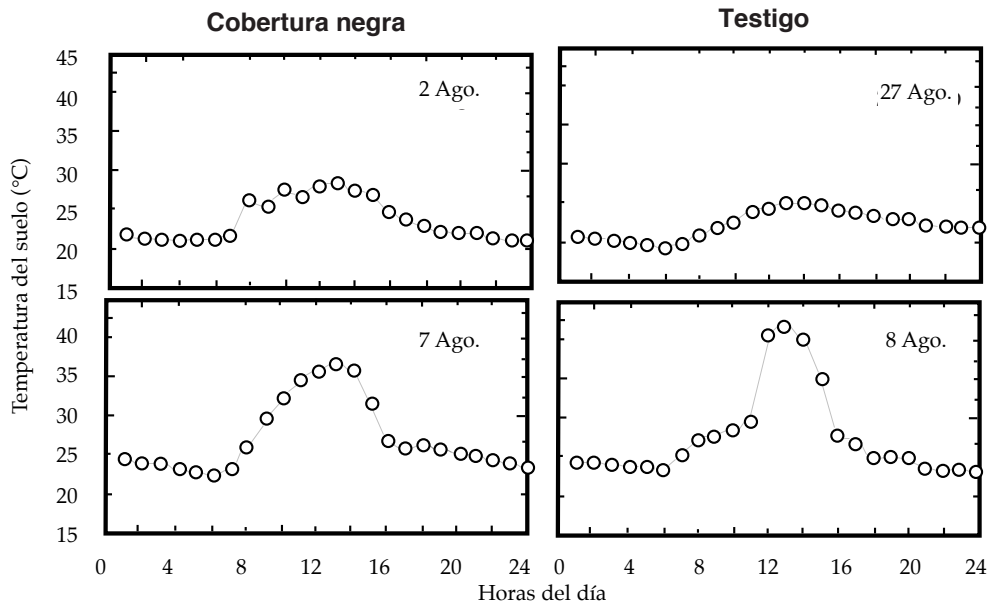


Figura 4. Curso diario de la temperatura medida a 5 cm de profundidad en suelos cubierto con plástico negro y suelo descubierto (testigo). Para cada tratamiento se muestran los días en que se alcanzó la menor y la mayor temperatura máxima.

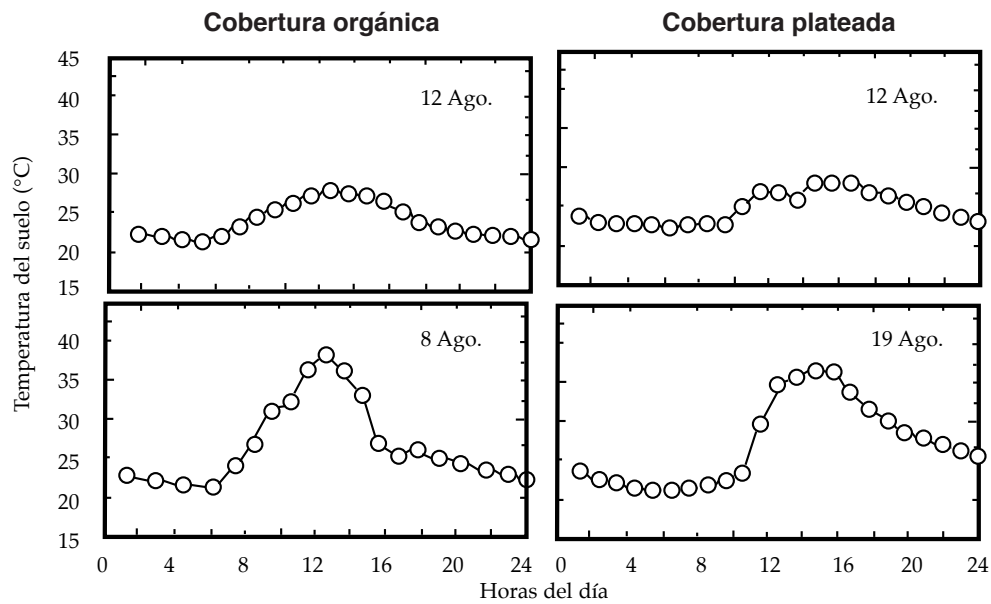


Figura 5. Curso diurno de la temperatura medida a 5 cm de profundidad en suelos cubiertos con material orgánico variado y plástico plateado. Para cada tratamiento se muestran los días en que se alcanzó la menor y la mayor temperatura máxima.

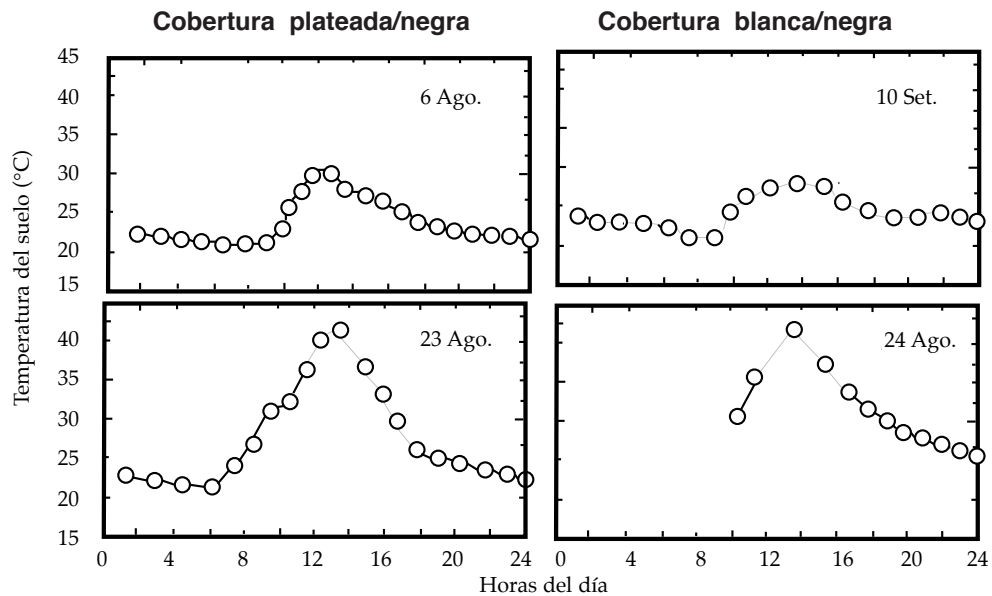


Figura 6. Curso diurno de la temperatura medida a 5 cm de profundidad en suelos cubiertos con plásticos plateado/negro y blanco/negro. Para cada tratamiento se muestran los días en que se alcanzó la menor y la mayor temperatura máxima.

ción solar y de la dinámica del flujo de calor en el suelo. Los valores diarios máximos de temperatura del suelo se alcanzaron entre las doce medio día y las dos de la tarde en todos los tratamientos. Se observó una diferencia de hasta 20°C en la temperatura del suelo durante la noche y el día, comparable a la observada en el suelo testigo (Figura 4).

El día y la hora a la cual se alcanzó la máxima temperatura del suelo varió en función del color de la cobertura. Por ejemplo, el 27 de agosto, día en que se registró la menor temperatura en el suelo descubierto (24 °C, Figura 4), la temperatura de los suelos expuestos a coberturas roja y café fue hasta 20 °C mayor, lo que demuestra el potencial de algunas coberturas plásticas de colores para modificar sustancialmente la temperatura del suelo, de una manera similar a los efectos logrados con el uso de plásticos transparentes durante el proceso de solarización (Gutiérrez 1996).

En contraste, el 8 de setiembre, día en que se registró una alta temperatura en el suelo descubierto (40°C), la temperatura de los suelos expuestos a coberturas roja y café fue apenas 4 o 5°C mayor. Lo anterior indica que las coberturas plásticas de color café y rojo son altamente efectivas en la modificación de la temperatura del suelo particular-

mente en días caracterizados por niveles bajos de radiación solar.

Estos resultados parecen deberse a las variaciones espectrales de los diferentes materiales utilizados y coinciden con observaciones publicadas para coberturas de diferentes colores evaluadas en otras latitudes (Waggoner *et al.* 1960). Algunas de las propiedades espectrales más importantes de las coberturas plásticas incluyen la reflectividad (r), la transmisividad (t), y la absorbancia (a). Valores obtenidos de la literatura (Ham y Lamont 1991) son presentados en el Cuadro 2.

Las coberturas café y roja, con mayor transmisividad a la radiación solar (alrededor del 30% de la radiación solar total y del 80% de la radiación fotosintéticamente activa) (Ham y Lamont 1991; Friend y Decoteau 1990), permitieron la propagación de las ondas térmicas hacia la superficie del suelo y probablemente hasta estratos más profundos en el perfil. En contraste, coberturas blancas y plateadas con poca transmisividad (alrededor del 20% de la radiación fotosintéticamenteactiva) (Friend y Decoteau 1990) y alta reflectividad impidieron el calentamiento de la superficie del suelo. Las coberturas negra y blanca/negra muestran muy poca transmisividad a la radiación (menos del 2%) lo que se reflejó en bajas temperaturas en el suelo subyacente.

Cuadro 2. Valores de reflectividad (r), transmisividad(t) y absorbancia (a) de acuerdo al material usado como cobertura plástica.

Material	r	t	a
Plateado reflectivo	39,1	0,4	60,5
Plateado acolchado	23,4	49,8	26,8
Café	12,7	33,5	53,8
Negro acolchado	3,5	0,7	95,8
Blanco/negro	47,9	1,3	50,8
Transparente acolchado	10,6	84,5	4,9

Fuente: Ham y Lamont (1991).

Agradecimiento

Se agradece al Instituto Meteorológico Nacional, especialmente al M.S. Hugo Herrera por el préstamo de los geotermógrafos, a Dagoberto Soto por su asistencia técnica, a la Lic. Yolanda Núñez por su ayuda en el trabajo de campo y en el procesamiento de los datos y a YANBER S.A. por la donación de los materiales plásticos.

LITERATURA CITADA

- AMERICAN SOCIETY FOR PLASTICURE. 1993. *In: Proceedings, XXIII Annual Meeting, St. Agustin, Florida.* 435 p.
- BROWN J.E.; BROWN, S.L.; STEVENS, C.; KHAN, V.A.; YATES, R.P.; HOGUE, W.T.; GRANBERRY, D.M.; McLAURIN, W.J. ; GUDAUSKAS, R.T. 1991a. Evaluation of reflective mulches on the control of aphids and mosaic viruses in yellow crookneck summer squash. *In: Brown, J.E. (ed.). Proceedings of the 23rd Natl. Agric. Plastic Congress. Mobile, Ala.* p. 29-34.
- BROWN, J.E.; GOFF, W.D.; HOGUE, W.; WEST, M.S.; STEVENS, C.; KHAN, V.; EARLY, B.C.; BRASHER, L.S. 1991b. Effects of plastic mulch color on yield and earliness of tomato. *In: Brown, J.E. (ed.). Proceedings of the 23rd Natl. Agric. Plastic Congress. Mobile, Ala.* p. 21-28.
- FRIEND, H.H.; DECOTEAU, D.R. 1990. Spectral transmission properties of selected row cover materials and implications in early plant development. *In: Dubé, P.-A. y Stewart, K. (eds.). 22nd Congress of Natl. Agric. Plastics Assoc. Montreal.* p. 1-6.
- GUTIERREZ, M.V. 1996. Temperatura de un suelo solarizado durante la transición estación seca-estación lluviosa en la Est. Exp. Fabio Baudrit. *Boletín Técnico Estación Experimental Fabio Baudrit M. (C.R.)* 29 (1): 75-85.
- HAM, J.M.; LAMONT, W.J. 1991. Potential impact of plastic mulches on the above plant environment. *In: Brown, J.E. (ed.). Proceedings of the 23rd Natl. Agric. Plastic Congress. Mobile, Ala.* p. 63-77.
- HERRERA, W. 1985. Clima de Costa Rica. *In: Gómez, L.D. Vegetación y Clima de Costa Rica, Vol. 2.* San José, Costa Rica, EUNED. 118 p.
- LIAKATAS, A.; CLARCK, J.A. ; MONTEITH, J.L. 1986. Measurement of the heat balance under plastic mulches. *Agric. For. Meteorol.* 36:227-239.
- SOLTANI, N.; ANDERSON, J.L.; HAMSON, A.R. 1995. Growth analysis of watermelon plants grown with mulches and rowcovers. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 120:1001-1009.
- TEASDALE, J.R.; ABDUL-BAKI, A.A. 1995. Soil temperature and tomato growth associated with black polyethylene and hairy vetch mulches. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 120:848-853.
- WAGGONER, P.E.; MILLER, P.M. ; DEROO, H.C. 1960. Plastic mulching -principles and benefits. *Bull. No. 634. Conn. Agric. Exp. Stn., New Haven.*