

EFECTO DEL ACOLCHADO PLÁSTICO EN LA TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL SUELO Y SU RELACIÓN CON EL DESARROLLO Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE MELÓN

Plastic mulch effect on soil temperature and its relationships
to the growth and yield of muskmelon

Rafael Martínez Flores¹ Alejandro Zermeño González², Juan P. Munguía López³

¹ Tesista MC Departamento de Riego y Drenaje. UAAAN.
Buenavista, Saltillo, Coah. CP 25315

²Departamento de Riego y Drenaje, UAAAN.

³Centro de Investigación en Química Aplicada. Saltillo, Coahuila

RESUMEN

Se evaluó el efecto de cuatro películas plásticas en la temperatura del suelo y su relación con el desarrollo y rendimiento del cultivo de melón. Las películas plásticas evaluadas fueron: polietileno negro de 37.5 y 20 μm , polietileno transparente de 37.5 y 20 μm . Como testigo, se manejó un tratamiento sin acolchado plástico. El efecto se estudió bajo dos condiciones de humedad del suelo, 40 y 60 % de consumo de la humedad aprovechable. Para el análisis estadístico, se utilizó un diseño experimental de bloques al azar en parcelas divididas. La temperatura del suelo se midió a 25, 50 y 100 mm de profundidad, utilizando termopares de cobre-constantan. Las mediciones se realizaron a un intervalo de 10 segundos y promedios de 30 minutos. Los resultados de este estudio indicaron que el polietileno transparente de 20 y 37.5 μm induce las temperaturas promedio del suelo más altas en los dos contenidos de humedad, seguido por los polietilenos negros y los testigos. Para el 40 % de consumo de humedad del suelo, el mayor rendimiento de frutos (75.8 t ha^{-1}) se observó con el polietileno negro de 20 μm , siendo 98% mayor que el testigo, mientras que para el 60% de consumo de humedad del suelo, el mayor rendimiento de frutos (66.6 t ha^{-1}) se observó en el polietileno negro de 37.5 μm , siendo 84% mayor que el testigo al mismo contenido de humedad.

Palabras clave: melón, abatimiento, humedad del suelo, acolchado, plástico, polietileno, temperaturas del suelo, perfil del suelo. *Cucumis melo L.*

ABSTRACT

The effect of four different plastic films on the soil temperature and its relationship to the growth and yield of muskmelon crop were evaluated. The plastic films studied were: black polyethylene of 37.5 and 20 μm , clear polyethylene of 37.5 and 20 μm . As a control, a treatment with no plastic film was included. The plastic films were evaluated at 40% and 60% of soil water availability. A randomized block with subdivided plots was adapted as the experimental design. The soil temperature was measured at soil depths of 25, 50 and 100 mm, using copper-constantan thermocouples. The measurements were scanned every 10 seconds and averaged every 30 minutes. The results of this study indicated that the average soil temperature at the three depths was higher under the clear polyethylene of 37.5 and 20 μm , followed by the black polyethylene and the controls. At the 40% of soil water availability, the highest fruit yield (75.88 t ha^{-1}) was observed under the black polyethylene of 20 μm , which was 98% higher than the control, while for the 60% of soil water availability, the highest fruit yield (66.61 t ha^{-1}) was observed under the black polyethylene of 37.5 μm , which was 84% higher than the control at the same soil water availability.

Key words: muskmelon, depletion, plastic mulch, soil temperature, soil profile, polyethylene, water availability, *Cucumis melo* L.

INTRODUCCIÓN

Por la gran demanda de mano de obra para el establecimiento, desarrollo y cosecha, así como por su valor tanto en los mercados nacionales como de exportación, el melón (*Cucumis melo* L.) es una de las hortalizas más importantes de México. Este cultivo se desarrolla en climas templados y es una planta que requiere grandes cantidades de agua para su desarrollo. En la región norte de México, su producción se ve afectada por los factores climáticos adversos de las zonas áridas como son las bajas temperaturas al amanecer y la escasez de agua que caracteriza a estas regiones.

El uso de los acolchados plásticos en la producción de hortalizas se ha incrementado considerablemente en los últimos años. Esto se debe a que con el uso de las cubiertas plásticas se induce una precocidad al cultivo, se incrementan los rendimientos, se mejora la calidad de la cosecha y se mejora la eficiencia del uso del agua. Estas ventajas se deben a que los acolchados plásticos reducen la incidencia de plagas y enfermedades, eliminan en gran proporción la incidencia de malezas, incrementan la temperatura del perfil superior del suelo donde se desarrollan las raíces, y se reduce considerablemente la evaporación de la superficie del suelo (Hopen, 1965; Lamont, 1993).

Los acolchados plásticos afectan principalmente el microclima de la superficie del suelo por su efecto en el balance de radiación y la eliminación de evaporación en la superficie. (Liakatas *et al.*, 1986; Tanner, 1974). Estos factores

afectan considerablemente la temperatura del perfil superior del suelo lo cual tiene efecto en el crecimiento y productividad de las plantas. Trabajos anteriores han demostrado que la precocidad, rendimiento y calidad de ciertos cultivos pueden ser aumentados sólo por las temperaturas y aspectos de humedad que proporcionan los acolchados plásticos (Bhella, 1988; Maiero *et al.*, 1987; Wien y Minotti., 1988).

La mayoría de las investigaciones realizadas hasta la fecha han medido la temperatura del suelo en forma discreta a intervalos de tiempo de una hora o mayores. Esto puede resultar en sesgos de consideración en las determinaciones de las temperaturas extremas o las temperaturas medias. Por consiguiente, se requieren más investigaciones para tener un mejor conocimiento del efecto de los acolchados plásticos en la temperatura del perfil superficial del suelo y su relación con el desarrollo y rendimiento de los cultivos. El objetivo de este estudio fue analizar el efecto de cuatro películas plásticas, de diferente espesor y color, en la temperatura del perfil superior del suelo bajo dos niveles de humedad y su relación con el desarrollo y rendimiento del cultivo de melón.

MATERIALES Y MÉTODOS

Establecimiento del experimento

La investigación se realizó en el campo agrícola experimental del Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA), localizado al noreste de Saltillo, Coahuila, con coordenadas geográficas de 25° 27' de latitud norte y 101° 02' de

longitud oeste del Meridiano de Greenwich, con una altitud de 1610 m. Se estableció un lote experimental de una superficie de 2250 m² con riego por goteo. Se trazaron camas meloneras de 1.8 m de ancho por 8.0 m de largo.

El diseño experimental utilizado fue bloques al azar en parcelas divididas con 10 tratamientos y cuatro repeticiones. Como factor A, se manejaron dos abatimientos de la humedad aprovechable del suelo (40 y 60%) a una profundidad de 40 cm. El factor B consistió en cuatro películas plásticas y el testigo. Las películas evaluadas fueron: 1) polietileno negro de 37.5 micras de espesor (PN de 37.5 µm); 2) polietileno negro de 20 micras de espesor (PN de 20 µm); 3) polietileno transparente de 37.5 micras de espesor (PT de 37.5 µm); 4) polietileno transparente de 20 micras de espesor (PT de 20 µm) y sin acolchado (testigo). Cada tratamiento en estudio consistió de tres camas meloneras.

Para la fertilización se utilizó la dosis 120-60-60 kg/ha de nitrógeno, fósforo y potasio respectivamente, utilizando como fuente de fertilizante urea y triple 17. Todo el fertilizante se aplicó en forma manual antes de la siembra. El sistema de riego utilizado consistió en cintas de riego de la marca T-Tape (modelo 508-20-250-2300 m), con goteros espaciados a 20 cm y un gasto de 250 lph por cada 100 metros de cinta. Las cintas de riego se colocaron por debajo del acolchado en el centro de las camas. El acolchado se realizó en forma manual antes de siembra. Éste se realizó cubriendo en forma total las camas para cubrir dos hileras de plantas sobre la cama. La siembra se realizó el 15 de mayo de 1996. La variedad utilizada fue el híbrido Cruiser F1 y se sembró sobre las camas a doble hilera con un marco de plantación de

60 cm entre hileras y 35 cm entre plantas, resultando en una población de 32,000 plantas por hectárea.

Equipo y toma de datos

Al punto medio de la cama central de cada tratamiento se enterró tubo de aluminio de 2 pulgadas de diámetro y 1.5 m de largo para el acceso de la sonda radioactiva del aspersor de neutrones (503 DR. Hydroprobe Moisture Dept Gauge, CPN), para llevar el control de los riegos a los dos abatimientos.

Para medir las temperaturas del suelo, en la parte Este del lote experimental, se establecieron 10 camas meloneras de 1.8 m x 5 m, en las que se distribuyeron los 10 tratamientos. Las condiciones de manejo fueron iguales a las del área experimental grande. Se midieron las temperaturas del suelo a 25, 50 y 100 mm de profundidad en cada tratamiento, usando 30 termopares de cobre-constantan. Los termopares se conectaron a un registrador modelo 21X (Campbell Scientific Inc.) y a un amplificador de 25 canales. El registrador se programó para tomar lecturas a una frecuencia de 10 segundos y hacer promedios de 30 minutos, las mediciones se realizaron en forma continua durante todo el ciclo de desarrollo del cultivo.

También se realizaron mediciones periódicas del crecimiento de la planta como: longitud de guías, materia seca e índice de área foliar, al final del ciclo del cultivo se obtuvo el rendimiento de frutos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las curvas de las temperaturas del suelo a 25, 50 y 100 mm de profundidad a los primeros 10 días después de siembra, medidos al 40 y 60 % de abatimiento de la humedad aprovechable, en los diferentes tratamientos, se muestran en las figuras 1 y 2. Para el 40% de consumo de la humedad del suelo (figura 1) los máximos valores de temperatura del suelo en las tres profundidades se observan bajo el PT de 37.5 μm , seguido por el PT de 20 μm , PN de 37.5 μm , PN de 20 μm y finalmente, el tratamiento sin acolchado. Para el 60% de consumo de la humedad del suelo (figura 2), las temperaturas máximas del suelo se observaron en el PT de 37.5 μm , seguido por el PT de 20 μm , PN de 37.5 μm , PN de 20 μm y finalmente el tratamiento sin acolchado plástico.

Nótese también que no se observan diferencias apreciables de temperaturas en los diferentes tratamientos entre el 40 y 60% de humedad del suelo, esto sugiere que esta diferencia en contenido de humedad no tiene un efecto apreciable en la temperatura del suelo.

Las fluctuaciones más altas de temperatura se registran a 25 mm de profundidad, esto significa que a esta profundidad se presentan las temperaturas mayor y menor del suelo. El rango de fluctuaciones diminuye con la profundidad, eso se observa en los dos contenidos de humedad.

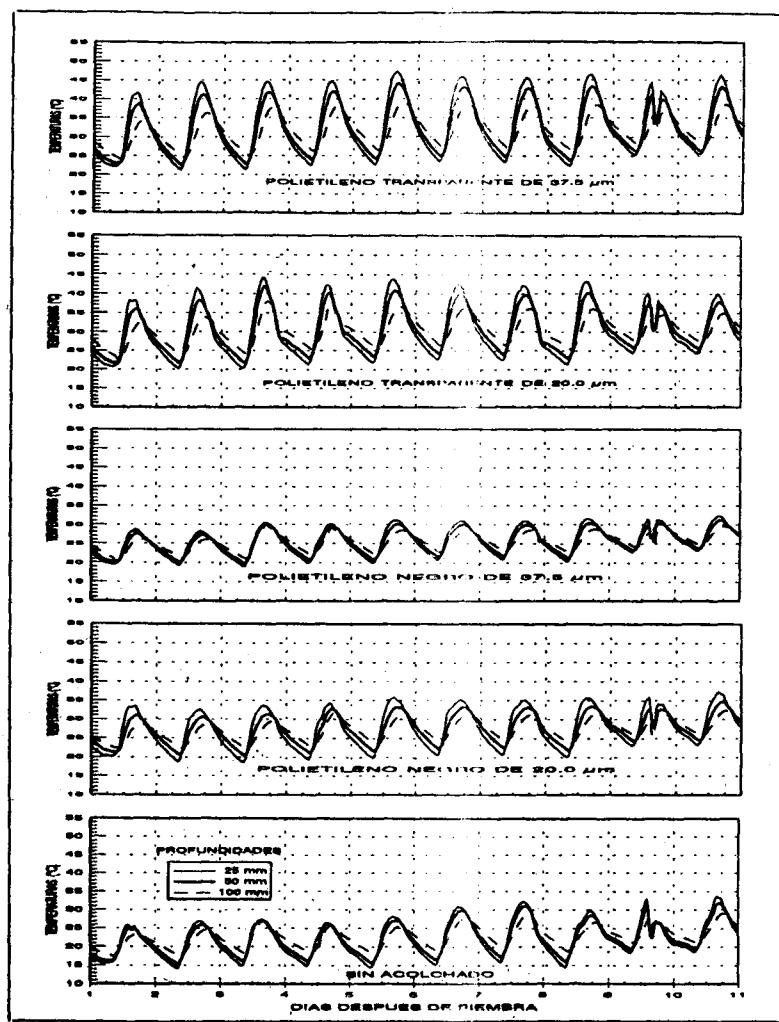


Fig. 1. Temperatura del suelo a 25, 50 y 100 mm de profundidad con diferentes películas plásticas a los primeros 10 días después de la siembra con riegos aplicados al 40% de consumo de la humedad aprovechable.

Las máximas temperaturas se presentan aproximadamente a las 15 hr de cada día (picos máximos), a esta hora, las temperaturas más altas ocurren a 25 mm de profundidad, con una temperatura menor a 50 mm; y finalmente, la más baja a 100 mm de profundidad. Esto indica que a estas horas, el flujo de calor es desde la superficie hacia el interior del suelo (almacenamiento de calor), mientras que las máximas depresiones ocurren aproximadamente a las 7 de la mañana de cada día. A esta hora se registra una inversión de temperatura, ya que la temperatura más alta ocurre a 100 mm y la más baja a 50 mm. Esto indica que el flujo de calor es desde el interior del suelo hacia la superficie (pérdida de calor). Este comportamiento se observa en los 5 tratamientos de los dos contenidos de humedad.

Para el período de tiempo de 40 a 50 días después de siembra (figuras 3 y 4) se detectó que las amplitudes de las curvas de temperaturas disminuyen considerablemente en las diferentes profundidades y películas plásticas. Esto se debe a que, para este tiempo, el cultivo ya ha cubierto la mayor parte de las camas meloneras y logra penetrar poca radiación hasta la superficie del suelo o películas plásticas. También se observó que las diferencias en amplitud entre las curvas de temperatura del suelo bajo las cubiertas plásticas y el tratamiento sin cubierta fueron mínimas para ambos contenidos de humedad del suelo y que las diferencias en temperatura entre las tres profundidades también se reducen considerablemente en todos los tratamientos en los dos contenidos de humedad.

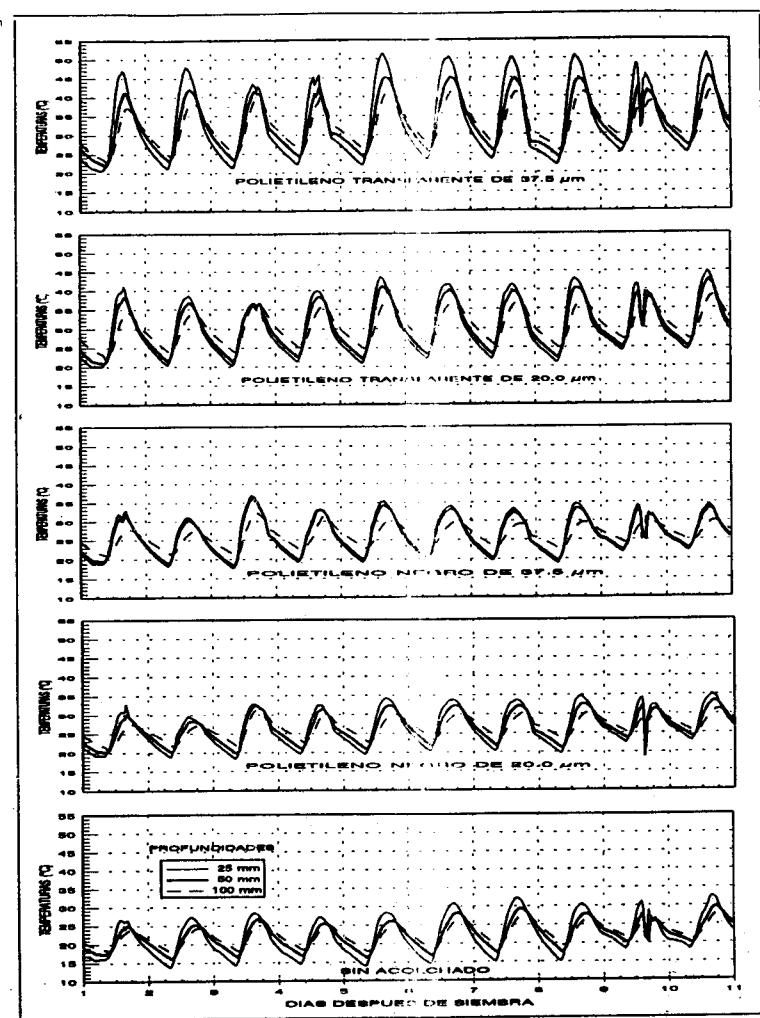


Fig. 2. Temperatura del suelo a 25, 50 y 100 mm de profundidad con diferentes películas plásticas a los primeros 10 días después de la siembra con riegos aplicados al 60% de consumo de la humedad aprovechable

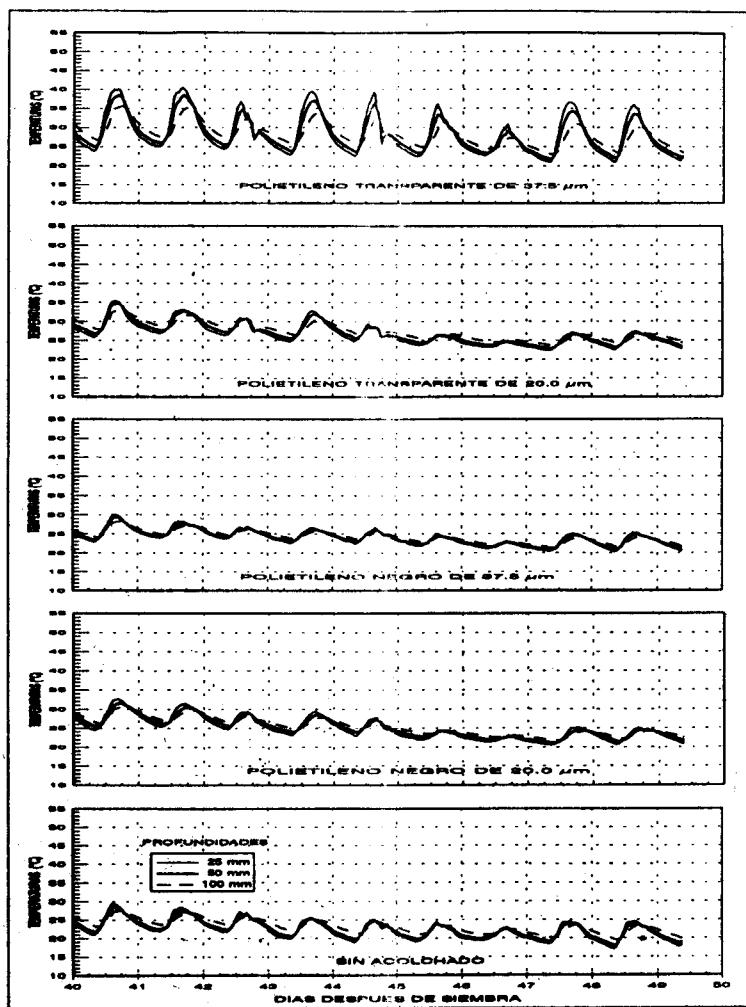


Fig. 3. Temperatura del suelo a 25, 50 y 100 mm de profundidad con diferentes películas plásticas de los 40-50 días después de la siembra con riegos aplicados al 40% de consumo de humedad aprovechable

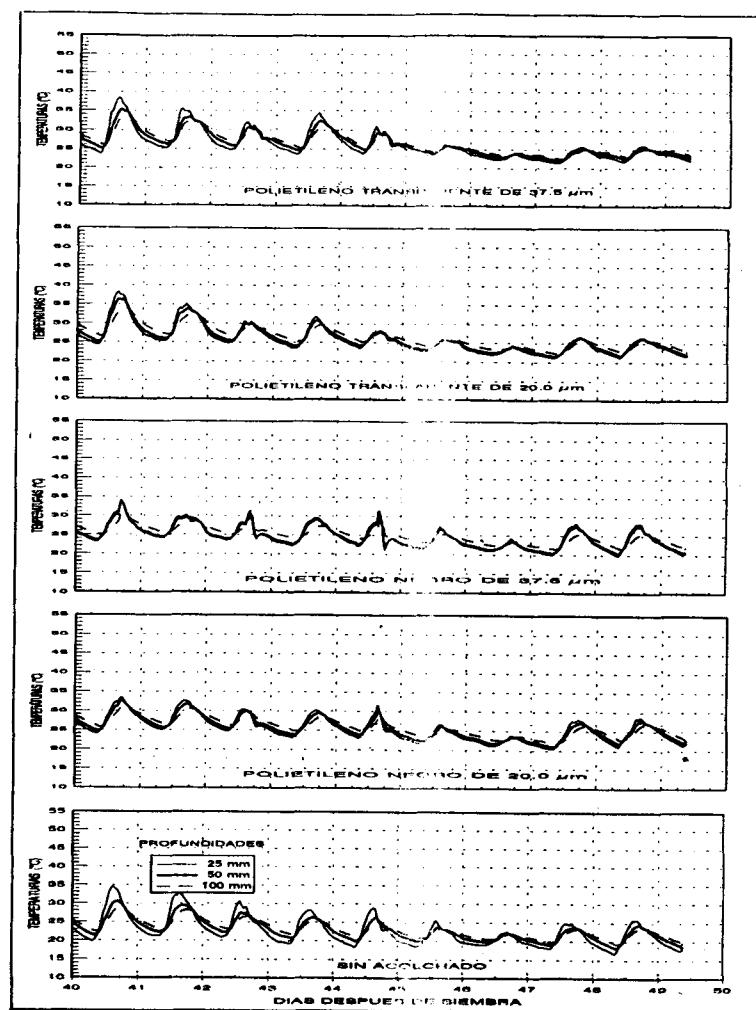


Fig. 4. Temperatura del suelo a 25, 50 y 100 mm de profundidad con diferentes películas plásticas de los 40-50 días después de la siembra con riegos aplicados al 60% de consumo de humedad aprovechable

El Cuadro 1 muestra los valores de la temperatura promedio del suelo y la desviación estándar en los primeros 10 días después de siembra, en las tres profundidades y las diferentes películas plásticas en los dos contenidos de humedad. Note que a 25 mm de profundidad la desviación estándar (S_x) es mayor en las diferentes películas plásticas para los dos contenidos de humedad. Asimismo, que la mayor S_x se registra al 60% de consumo de la humedad del suelo en el polietileno transparente de 37.5 μm . Por su parte, la S_x disminuye con profundidad en los diferentes tratamientos en los dos contenidos de humedad. Esto nuevamente indica que las máximas amplitudes de temperatura se observan cerca de la superficie. También se aprecian muy pequeñas diferencias en los valores de la temperatura media de las tres profundidades en las diferentes películas plásticas a los dos contenidos de humedad. Las temperaturas medias del suelo bajo las diferentes películas plásticas son mayores que las observadas en el tratamiento sin cubierta plástica. El PT de 37.5 μm (mayor espesor) induce una temperatura al suelo ligeramente mayor que el PT de 20 μm (menor espesor), mientras que el PN de 20 μm (menor espesor) induce una temperatura al suelo ligeramente mayor que el PN de 37.5 μm (mayor espesor).

Cuadro 1. Temperaturas medias del suelo y desviaciones estándar a 25, 50 y 100 mm de profundidad con diferentes películas plásticas en los primeros 10 días después de siembra, para riegos aplicados al 40 y 60 % de consumo de la humedad aprovechable del suelo.

TRATAMIENTOS	PROFUNDIDAD (mm)	Media.	40% Sx	60% Media	Sx
PT de 37.5 μm	25	32.63	7.56	33.32	9.01
	50	32.26	6.14	32.74	6.49
	100	31.64	3.97	32.46	4.48
PT de 20 μm	25	30.33	6.76	30.27	6.79
	50	30.36	5.39	30.31	5.75
	100	30.23	3.56	30.44	3.96
PN de 37.5 μm	25	25.58	3.56	26.17	4.96
	50	25.55	3.03	26.15	4.45
	100	25.51	2.22	26.08	2.60
PN de 20 μm	25	26.30	5.07	27.42	4.60
	50	26.37	3.78	27.34	3.65
	100	26.43	2.65	27.18	2.58
SIN ACOLCHADO	25	21.95	4.92	21.98	4.83
	50	22.17	4.12	22.19	3.40
	100	22.43	2.56	22.62	2.85

El Cuadro 2 muestra los mismos valores promedio de temperatura del suelo y desviación estándar para el intervalo de tiempo comprendido entre los 40 y 50 días después de siembra. Los valores de temperatura media y Sx son menores en este intervalo de tiempo. También se observa que los valores máximos de Sx se presentan a los 25 mm y que ésta decrece con profundidad en los diferentes tratamientos. Es importante notar que en este intervalo de tiempo, la temperatura media del suelo a 100 mm de profundidad es ligeramente mayor que la temperatura a profundidades

menores para la mayoría de los tratamientos en los dos contenidos de humedad. En este periodo de tiempo, el plástico transparente de mayor espesor induce al suelo una temperatura ligeramente mayor que el de menor espesor, mientras que el plástico negro de menor espesor induce una temperatura ligeramente mayor que el de mayor espesor. La temperatura media del perfil del suelo, bajo los tratamientos con películas plásticas, es mayor que el perfil de temperatura sin acolchado plástico.

Cuadro 2. Temperaturas medias del suelo y desviación estándar a 25, 50 y 100 mm de profundidad en diferentes películas plásticas de los 40 a 50 días después de siembra, para riegos aplicados al 40% y 60% de consumo de la humedad aprovechable del suelo.

TRATAMIENTOS	PROFUNDIDAD (mm)	40%		60%	
		Media	Sx	Media	Sx
PT de 37.5 μm	25	28.26	5.19	26.10	3.61
	50	28.16	4.21	26.35	2.98
	100	28.23	2.94	26.62	2.68
PT de 20.0 μm	25	25.76	3.42	26.58	2.91
	50	26.01	3.09	26.89	2.69
	100	26.49	2.62	27.39	2.31
PN de 37.5 μm	25	23.93	2.03	24.54	2.85
	50	24.01	1.84	24.60	2.61
	100	24.23	1.58	25.02	1.43
PN de 20.0 μm	25	24.82	2.88	25.36	2.98
	50	25.05	2.60	25.56	2.63
	100	25.36	2.34	25.89	1.19
SIN ACOLCHADO	25	22.21	2.63	22.60	3.73
	50	22.46	2.26	22.85	2.65
	100	23.12	1.86	23.14	2.14

Para evaluar el efecto del acolchado plástico en el desarrollo - rendimiento del cultivo se realizaron mediciones de índice de área foliar, materia seca y longitud de guías a diferentes tiempos después de siembra, además de evaluar el rendimiento de fruto total (Cuadro 3.) No se observaron diferencias significativas entre niveles de humedad del suelo en todas las variables evaluadas. Por el contrario, sí se observaron diferencias significativas entre los tratamientos con películas plásticas y el tratamiento sin acolchado para todas las variables evaluadas. El mayor rendimiento de fruto, al 40% de consumo de la humedad del suelo, se observó en el polietileno negro de 20 μm con un valor de 75.87 t ha^{-1} , mientras que al 60% de consumo el rendimiento mayor se observó en el polietileno negro de 37.5 μm con un valor de 66.61 t ha^{-1} . La temperatura del suelo bajo las películas de polietileno negro de los dos espesores en los dos niveles de humedad del suelo se mantuvo entre 25 y 27 °C en los primeros 10 días después de siembra (Cuadro 1) y entre 24 y 26 °C en el intervalo de tiempo de 40 a 50 días después de siembra (Cuadro 2); estos rangos de temperatura son menores que los observados en las películas de polietileno transparente y mayores que los observados sin cubierta plástica. Estos resultados indican que las películas de polietileno negro proporcionan un rango adecuado de temperatura en el perfil superior del suelo que favorecen un mayor rendimiento del cultivo.

Cuadro 3. Datos de índice de área foliar (IAF), materia seca (MS), longitud de guías (LG) y rendimiento de fruto total del cultivo de melón.

TRATAMIENTOS	DÍAS 68 IAF	DESPUÉS DE 79 MS (gr)	SIEMBRA 80 LG (m)	RENDIMIENTO DE FRUTO (t ha ⁻¹)
40% de humedad				
PN de 37.5 μm	3.66	251.79	22.24	67.81
PN de 20.0 μm	4.68	192.96	24.6	75.88
PT de 37.5 μm	3.49	128.68	15.75	68.78
PT de 20.0 μm	4.99	228.55	19.23	65.37
Sin acolchado	2.28	106.96	9.69	38.29
60% de humedad				
PN de 37.5 μm	3.16	200.83	22.14	66.61
PN de 20.0 μm	3.35	158.83	22.56	53.66
PT de 37.5 μm	2.50	128.03	15.49	62.12
PT de 20.0 μm	3.70	188.94	17.47	56.37
Sin Acolchado	2.11	98.59	9.92	36.21
Significancia				
Abatimientos	NS	NS	NS	NS
Tratamientos	**	*	**	**

**. Altamente significativo al 1% de probabilidad

*. Significativo al 50 % de probabilidad

NS. No significativo

CONCLUSIONES

Se registraron mayores amplitudes de las curvas de temperatura al 60% de abatimiento de humedad del suelo. Las temperaturas del perfil del suelo analizado fueron mayores bajo las películas plásticas transparentes que bajo las películas de plástico negro. En las películas de polietileno transparentes se observó que a mayor

espesor de la película, mayor es la temperatura promedio del suelo. Sin embargo, en las películas de polietileno negro se advirtió lo contrario, ya que a mayor espesor menor fue la temperatura promedio del suelo.

No se percataron diferencias significativas en las variables del desarrollo y rendimiento entre los dos abatimientos de humedad del suelo; sin embargo, hubo diferencias significativas en estas mismas variables entre las películas plásticas y el tratamiento sin acolchado plástico. Para el 40% de consumo de la humedad el suelo, el rendimiento mayor se observó en la película de polietileno negro de 20 μm , mientras que para el 60% de consumo, el rendimiento mayor se observó en polietileno negro de 37.5 μm

LITERATURA CITADA

- Bhella, H. S. 1988. Tomato response to trickle irrigation and black polyethylene mulch. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 113:543-546.
- Hopen, H. J. 1965. Effects of black and transparent polyethylene mulches on soil temperature, sweet corn growth and maturity in a cool growing season: Proc. Amer. Soc. Hort. Sci: 86:415-423.
- Lamont, W. J. 1993. Plastic mulches for the production of vegetable crops. Hort. Technology. Jan/Mar. 3(1). P. 35-38.

- Liakatas, A., Clark, J. A. and Monteith, J. L. 1986. Measurement of the heat balance under plastic mulches. Part I. Radiation balance and soil heat flux. *Agric. For. Meteorol.*, 36:227-239.
- Maiero, M., F. D. Schales and T. J. Ng. 1987. Genotype and plastic mulch effects on earliness, fruit, characteristics, and yield in muskmelon. *Hort. Sci.* 22(5):945-946.
- Tanner, C. B. 1974. Microclimatic modification: basic concepts. *Hort. Sci.* 9:555-560.
- Wien H. C. and P. L. Minotti. 1988. Increasing yield of tomatoes with plastic mulch and apex removal. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 113:342-347.