

**RESPUESTA DEL MELÓN (*Cucumis melo* L.) A LA
MODIFICACIÓN MICROAMBIENTAL POR EL USO DE
ACOLCHADOS FOTOSELECTIVOS**

FRANCISCO TORRES AGUIRRE

TESIS

**Presentada como Requisito Parcial para
Obtener el Grado de:**

**MAESTRO EN CIENCIAS
EN HORTICULTURA**



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
AGRARIA
“ ANTONIO NARRO ”
PROGRAMA DE GRADUADOS**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México
Julio de 2004**

19207

RESPUESTA DEL MELÓN (*Cucumis melo* L.) A LA
MODIFICACIÓN MICROAMBIENTAL POR EL USO DE
ACOLCHADOS FOTOSELECTIVOS

TESIS POR:

FRANCISCO TORRES AGUIRRE

Elaborada bajo la supervisión del Comité Particular de Asesoría y
aprobada como requisito parcial, para optar al grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS
EN HORTICULTURA

COMITÉ PARTICULAR

Asesor principal

DR. VALENTÍN ROBLEDO TORRES

Asesor

DR. JUAN P. MUNGUÍA LÓPEZ

Asesor

DR. JOSÉ HERNÁNDEZ DÁVILA

Asesor

DR. ADALBERTO BENAVIDES MENDOZA

DR. JERÓNIMO LANDEROS FLORES
SUBDIRECTOR DE POSTGRADO

Buenavista, Saltillo, Coahuila, Julio 2004

DEDICATORIA

A mis padres

José Torres Bernal

Josefina Aguirre Ledesma (+)

A mi esposa

Ma. Teresa Juárez Cervantes

A mis hijos

Francisco Javier, Elide Noheli, Reyna Josefina,

Dalia Yazmin y Mayte Margarita

A mis Hermanos

Rosa, Miguel, Armando, Ofe, Toño, Wuicho, Maru, Mago, Chava, Alex, Benito, Borja y sus respectivas familias.

A todos los maestros y trabajadores de la U.A.A.A.N por su aportación económica al inicio de mis estudios de Maestría.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por permitirme formar parte de su comunidad.

Al Centro de Investigación de Química Aplicada por permitirme realizar mi trabajo de tesis en el Departamento de Agroplasticultura.

A los Doctores Valentín Robledo Torres, Adalberto Benavides Mendoza, José Hernández Dávila por su amistad y asesoría en el desarrollo de la investigación y Tesis para la obtención de mi grado “gracias”

Al Dr. Juan Munguía López por brindarme su apoyo para la elaboración de la presente investigación, así como su asesoría y amistad, muchas “ gracias”

Al personal docente y administrativo del Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en especial al Ing. Elyn Bacópulos Téllez y la Sra. Lupita.

Al Dr. Jerónimo Landeros Flores Subdirector de Postgrado así como a todo el personal que labora en la subdirección. Por sus atenciones y apoyos “gracias”.

COMPENDIO

Respuesta del melón (*cucumis melo* L.) a la modificación microambiental por el uso de acolchados fotoselectivos

POR

FRANCISCO TORRES AGUIRRE

MAESTRÍA
HORTICULTURA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, JULIO 2004

Dr. Valentín Robledo Torres -Asesor-

Palabras clave: Radiación, acolchado plástico, temperaturas, rendimiento, Cucumis melo L.

La producción de melón en México es de relevancia porque un porcentaje importante se destina al mercado de exportación y, el uso de acolchados plásticos puede ser buena alternativa para lograr mayor calidad y rendimiento. El objetivo del presente trabajo fue analizar el efecto de la radiación fotosintéticamente activa, el componente térmico y los componentes del

rendimiento durante el ciclo del cultivo de dos híbridos de melón (*Cucumis melo* L.) por efecto del acolchado con películas fotoselectivas. Este trabajo fue establecido en Mayo del 2002 en el Campo Agrícola Experimental del Centro de Investigación en Química Aplicada, usando un diseño experimental de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas, donde el factor A fue híbridos de melón (Cruiser y Larga Vida de Anaquel) y como factor B el acolchado plástico con películas fotoselectivas (negro metalizado, café, rojo, azul y sin acolchado). Se midió la radiación fotosintéticamente activa reflejada (RFA_{ref}), la radiación fotosintéticamente activa incidente (RFA_{inc}), las temperaturas del aire, del dosel, del plástico y del suelo sin acolchar, componentes del rendimiento [diámetro polar (DPF) y ecuatorial de fruto (DEF), número de frutos por parcela (NFPP), peso de frutos por parcela (PFP) y rendimiento de fruto ha].

Los resultados mostraron que la RFA_{inc} tuvo un valor de $4850 \text{ moles} \cdot \text{m}^{-2}$ durante todo el ciclo del cultivo. En cambio, RFA_{ref} fue mayor al principio y al final del ciclo de cultivo para el acolchado rojo y azul, y menor para el acolchado café, negro-metalizado y el testigo. Se encontró que el plástico de color rojo mantiene temperaturas medias de suelo, más altas en comparación con los otros colores de plástico y el testigo. Las temperaturas medias más altas en la hoja fueron generadas por el plástico color rojo y negro metalizado, siendo hasta 4°C más altas que la del suelo desnudo. En cuanto a la temperatura del plástico se encontró que en el plástico negro metalizado fue 28°C más alta que las del suelo desnudo y hasta 15°C en el plástico rojo durante las horas del día de mayor radiación. En los componentes de rendimiento, se encontró diferencias significativas ($P \leq 0.01$) dentro del factor B para la variable NFPP, donde el acolchado de color rojo fue superior. No se encontraron diferencias significativas para las variables DPF, DEF y PFP. Se encontró diferencias significativas ($P \leq 0.01$) en el rendimiento para el factor B, siendo los acolchados rojo y azul los de rendimientos más altos con 42.80 y $36.38 \text{ ton} \cdot \text{ha}^{-1}$, mientras que el testigo presenta rendimientos de $17.05 \text{ ton} \cdot \text{ha}^{-1}$.

De lo anterior se concluye que el uso de películas fotoselectivas influye favorablemente en los rendimientos del cultivo de melón y que de los componentes del rendimiento estudiados, el número de frutos por parcela fue la variable más correlacionada con rendimiento.

ADSTRACT

Response of melon (*Cucumis melo*) to microenvironmental modification by the use of fotoselective plastic covering

By

FRANCISCO TORRES AGUIRRE

MASTER OF SCIENCE

HORTICULTURE

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, JULY 2004

Dr. Valentín Robledo Torres -Advisor-

Key words: Radiation, plastic covering, temperatures, yield, *Cucumis melo*.

The production of melon in Mexico is outstanding. Because an important percentage is destined to exportation, and the use of plastic mulch can be a good alternative to achieve mayor quality and yield. The objective of this research was to analyzed the effect of the photosynthetic active radiation, the

thermal component and the yield components during the cultivation period of two melon hybrids (*Cucumis melo*) by the effect of photosensitive plastics. This research was established on May 2002 at the research station of the Applied Chemistry Research Center, using an experimental design of randomized blocks with split plots where the A factor were melon hybrids (Cruiser and Larga Vida de Anaquel) and the B factor the photosensitive plastics (black metalized, brown, red, blue and bared soil). The photosynthetic active radiation reflected (PAR_{ref}), the photosynthetic active radiation incidence (PAR_{inc}) were measured, as well as the temperature of the air, canopy, plastic mulch and bared soil, yield components [polar (PDF) and equatorial (EDF) diameters, number of fruits per plot (NFPP), weight of the fruits per plot (WFP) and total yield \cdot ha $^{-1}$].

The results showed that the PAR_{inc} had a value of 4850 $\text{mols}\cdot\text{m}^2$ during all the cultivation period. Meanwhile, PAR_{ref} was higher at the beginning and at the end of the period for the red and blue plastics mulch and lower for the brown, black-metalized plastics mulch and the control. It was found that the red plastic maintains the means of temperature of the soil higher comparative to the others color plastics and the control. The highest means of temperature on the leaves were generated by the red and black-metalized plastics being up to 4°C higher than the bared soil. Regarding to the plastics temperature it was found that the black-metalized was up to 28°C higher than the bared soil and up to 15°C in the red plastic mulch during the higher radiation hours of the day. In the components of yield, significant differences ($P\leq 0.01$) were found within the B factor for the NFPP variable, where the red plastic mulch was superior. No significant

differences ($P \leq 0.01$) were found in yield for the B factor, showing the red and blue plastics the highest yield ninth 42.80 and 36.38 $\text{ton} \cdot \text{ha}^{-1}$.

In conclusion, the use of photosensitive plastics mulch have a desirable influence on the yield of melon crops. The number of per plot was the most correlated variable with yield.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
Objetivo.....	2
Hipótesis.....	2
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
Descripción Botánica del Melón.....	3
Tipos de melón.....	5
Requerimientos Ambientales.....	6
Requerimientos Edáficos.....	6
Importancia de los Acolchado plásticos.....	7
En la Temperatura del Suelo.....	8
En la Radiación Reflejada.....	8
En el Control de Malezas.....	9
Sobre la Humedad del Suelo.....	9
En el Intercambio Gaseoso entre Aire y el Suelo.....	9
En la Limpieza de los Productos.....	10
En la Protección del Suelo.....	10
Sobre Plagas y Enfermedades.....	11
Tipos y Colores de Acolchados Plástico.....	11
Acolchado Negro.....	11
Acolchado Metalizado.....	12
Acolchado Rojo.....	12
Acolchado Café.....	12
Acolchado Azul.....	13
Fotosíntesis.....	13
Radiación Fotosintéticamente Activa.....	14
Función de los Fotorreceptores Vegetales.....	15
Fitocromo	16
MATERIALES Y METODOS.....	17
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	18
Artículo 1.	
Análisis de la radiación reflejada y los diferenciales térmicos entre el follaje, plástico y suelo en el rendimiento del cultivo del melón (<i>Cucumis melo</i> L.) con acolchados fotoselectivos.....	19
Resumen.....	19
Summary.....	21

Introducción.....	22
Materiales y Métodos.....	26
Resultados y Discusión.....	28
Conclusiones.....	39
Literatura Citada.....	40
Paginas Web Consultadas.....	42
Artículo 2.	
Efectos de los acolchados de suelo fotoselectivos en el rendimiento del cultivo de melón (<i>Cucumis melo</i> L.).....	43
Resumen	43
Summary	45
Introducción	46
Materiales y Métodos	49
Resultados y Discusión	51
Conclusiones	54
Literatura Citada	55
CONCLUSIONES GENERALES.....	58
LITERATURA CITADA.....	60
PAGINAS WEB CONSULTADAS.....	65

INTRODUCCIÓN

El melón mexicano ha mantenido su importancia en el mercado internacional por su alta calidad y producción, y en México, es el tercer producto agrícola en captación de divisas. Durante el período de 1992 a 2001, los principales estados productores de melón fueron Durango, Sonora, Michoacán, Coahuila y Guerrero, que en conjunto sumaron 60 por ciento de la producción nacional (www.siea.sagarpa.gob.mx).

Con el uso del acolchado plástico se ha mejorado la producción, pero actualmente es importante conocer las modificaciones de la radiación reflejada y el comportamiento de las temperaturas del follaje, plástico y suelo buscando información en la relación causa-efecto entre el desarrollo y el rendimiento del cultivo del melón para mejorar su calidad.

Las modificaciones de las actividades fisiológicas de la planta y el reparto selectivo de la biomasa entre sus distintos órganos son fuertemente modificadas por radiaciones incidentes y reflejadas, por lo que es necesario que el productor tenga conocimiento del material más adecuado a sus necesidades, de tal manera que el acolchado empleado le produzca mayor rentabilidad (Robledo y Martín, 1988).

La temperatura del suelo está fuertemente influenciada por el tipo de plástico ya sea por la composición química o por la coloración del mismo. Por otra parte, para que esta influencia sea relevante el acolchado debe estar en contacto total con el suelo. Basándose en lo anterior y dado que el rendimiento es la resultante de la interacción del genotipo con su ambiente, resulta importante desarrollar trabajos de investigación que permitan definir que colores de acolchado plástico son los más adecuados para lograr altos rendimientos y alta calidad en la producción, para cada cultivo y cada región.

Objetivo

Determinar el efecto de la radiación fotosintéticamente activa reflejada desde la superficie del acolchado plástico durante el ciclo de cultivo del melón y cuantificar el componente térmico por efecto del acolchado con películas fotoselectivas .

Estudiar la respuesta en los componentes del rendimiento en el cultivo de melón a la modificación microambiental de la planta.

Hipótesis

La radiación fotosintéticamente activa reflejada modifica el desarrollo de la planta de melón con el uso de acolchados plásticos.

Existe diferencia en la temperatura del suelo y hoja del melón por efecto de los diferentes colores de acolchado plástico e influyen en el rendimiento.

Los componentes del rendimiento en el cultivo de melón, son afectados por el uso de acolchados fotoselectivos.

REVISIÓN DE LITERATURA

Descripción Botánica del Melón

El melón es una planta herbácea, anual y rastrera. Su raíz principal llega a medir hasta 1 m de profundidad y las raíces secundarias son más largas que la principal, llegando a medir hasta 3.5 m y ramificándose abundantemente (Valadez, 1997). El tallo es herbáceo y puede ser rastrero o trepador, gracias a sus zarcillos, además puede ser veloso y, se compone de nudos, los cuales son sólidos cuando jóvenes y huecos al madurar (Salvat, 1972). Las hojas son simples, grandes, alternas, de 5 a 7 lóbulos, su tamaño varía de acuerdo a la variedad, tienen un diámetro de 8 a 15 cm; además de un largo pecíolo de 4 a 10 cm de longitud con nervaduras prominentes y limbo recortado, son ásperas al tacto y tienen un zarcillo en cada axila de la hoja (Hernández, 1992).

Las plantas generalmente tienen flores monoicas (masculinas y femeninas, separadas y en el mismo tallo), andromonoicas (masculinas y hermafroditas) y ginomonoicas (solamente femeninas) (Zapata, 1989). Las ginomonoicas tienen flores femeninas y hermafroditas, en algunas raras especies (Valadez, 1997). Las flores masculinas nacen primero y en grupo en las axilas de las hojas, las flores femeninas nacen solitarias, aunque cuando hay flores hermafroditas también nacen solitarias (Tiscornia, 1983).

El fruto es un pepónide generalmente esférico, más o menos deprimido o alargado. Su corteza es de color blanco, gris o verde negruzco, según las variedades. La superficie puede ser lisa, surcada, verrugosa, etc. La carne o pulpa es por lo común blanca, verde o anaranjada. El color de su piel es muy variado siendo en algunos casos amarillo y en otros verde o blanco (Muñoz, 1995). Existe un gran número de especies y variedades de melón (*Cucumis melo* L.), que se diferencian en la forma y tamaño del fruto y la textura de la cáscara (Esparza, 1988).

Las semillas ocupan la cavidad central del fruto, insertas sobre el tejido placentario; son fisiformes, aplastadas. En un fruto pueden existir entre 200 y 600 semillas (Maroto, 1989). Las semillas son delgadas, con una longitud promedio de 8 mm y por lo general son de color crema (Valadez, 1997). La capacidad germinativa de la semilla se conserva durante 5 - 8 años, si las condiciones de almacenamiento son adecuadas. El peso absoluto varía de 35 - 40 mg y poseen grasa de buena calidad organoléptica (Sarita, 1991). Las semillas son comestibles, contienen aproximadamente 46 y 36 por ciento de grasas y proteínas, respectivamente (Castaños, 1993).

La polinización se produce principalmente por la acción de los insectos, entre los que destacan las abejas, por lo que es recomendable la instalación de un cajón por cada 4000 m² de área de cultivo (Moreno, 1990). La fecundación puede ser de tres formas: autofecundación (con polen de la

misma flor), autopolinización (con polen de flores de la misma planta) y polinización cruzada (con polen de flores de otras plantas).

Tipos de Melón

En México se cultiva una gran cantidad de variedades, principalmente las de tipo Cantaloupe, conocido como chino, rugoso o reticulado y en menor proporción las de tipo liso, donde destaca la variedad Honey Dew, conocida como melón amarillo o gota de miel (Espinoza, 1987). Zapata (1989) menciona que entre los tipos que se pueden encontrar en el mercado están los siguientes:

Cantaloupe que se caracteriza por presentar un fruto de cáscara un tanto lisa y muy marcadas las costillas o rebanadas. *Reticulatus* que se caracteriza por la rugosidad de la cáscara del fruto, en forma de red. Dentro de la variedad *Reticulatus* es posible ubicar al melón de larga vida de anaquel, que se estudió en el presente trabajo, el cual fue obtenido mediante métodos convencionales de mejoramiento genético, aprovechando una mutación natural que codifica para firmeza de fruto, incorporando características de calidad y rendimiento de otros genotipos sobresalientes. *Induratus* al cual pertenecen los melones de invierno como el Casaba y Honey Dew y se caracterizan porque la pulpa del fruto carece de aroma.

Requerimientos Ambientales

Durante el período de desarrollo, las temperaturas cercanas a los 18° y 30°C le son muy benéficas siempre y cuando la mínima no descienda de 15°C, ni la máxima sobrepase los 30°C, pero la temperatura ideal para la maduración es de 18°C, consiguiéndose mayor calidad de azúcar cuando sobrepasa éste valor (Hernández, 1992). El melón necesita una gran cantidad de calor para asegurar el desarrollo y madurez de los frutos, los cuales son más perfumados cuando se producen y maduran en un ambiente seco y cálido. En la primera etapa de desarrollo de la planta, la humedad relativa debe ser del 65 - 75 por ciento pero durante la etapa de floración del 60 - 70 por ciento y en la fructificación del 55 - 65 por ciento (Zapata *et al.*, 1989).

Requerimientos Edáficos

El melón no es muy exigente en el tipo de suelo, aunque prefiere los terrenos ricos, profundos, mullidos con buena reserva de agua, bien aireado y que no presente encharcamientos (Maroto, 1989). La reacción del suelo debe ser neutra o ligeramente ácida con pH de 6 a 7 (Leñano, 1978). Para la germinación de las semillas es conveniente que el contenido de humedad del suelo este cerca a la capacidad de campo (García, 1994), las temperaturas del ambiente entre 18 y 20°C y la temperatura del suelo debe ser mayor a 10°C. El melón está considerado como un cultivo moderadamente resistente a la salinidad. Un incremento en ésta conlleva a un aumento en los contenidos de

cloro y sodio en hojas y frutos, así como un ascenso del porcentaje de sólidos solubles en los frutos (Maroto, 1989).

Importancia de los Acolchados Plásticos

La agricultura dispone del plástico para acolchado con el cual se cubren las camas como capa protectora. Las camas cubiertas con polietileno ofrecen ventajas como: la opacidad a la luz solar, la absorción de calor y su posterior restitución al ambiente exterior durante la noche, evitan la evaporación y aceleran del desarrollo que redundan en precocidad e incremento del rendimientos (www.agroterra.).

El plástico mas utilizado para acolchados es de color negro, pero se han descubierto grandes beneficios con el desarrollo de los polietilenos de diversos colores que además de los efectos ya mencionados producen reflexión, aportando luz al dosel. Todos estos se comportan de distintas formas y con diferentes efectos, algunos estimulan la fotosíntesis, la precocidad y el tamaño de los frutos. Puesto que las plantas son mas receptivas a ciertas longitudes de onda que a otras, absorben mayor radiación solar en las franjas de los colores rojo y azul, es importante conocer las características relativas a la transmisión de luz (www.ediho.es).

En la Temperatura del Suelo

La temperatura del suelo bajo un acolchado plástico depende de las propiedades termales (reflectancia, absorbancia o transmitancia) de un material particular en relación con la radiación solar (www.hort.uconn.edu). Todos los plásticos empleados en el acolchado consiguen incrementar la temperatura del suelo durante el día, a excepción del blanco y el aluminizado. El plástico negro durante la noche es el que menos retiene el calor (Papaseit *et al.*, 1997). Los grados de diferencia en la temperatura dependen del color de la película plástica y la intensidad de radiación solar (www.agnet.org). Una de las razones para el aumento en la producción con el uso de acolchado es por la modificación de la temperatura del suelo. Las diferencias en producción de algunos cultivos esta en respuesta a los colores de los diferentes acolchados, como consecuencia en parte del aumento diferencial de la temperatura del suelo y por la gama de longitudes de onda reflejadas (<http://plasticulture.cas>).

En la Radiación Reflejada

Los acolchados plásticos modifican directamente el microclima alrededor de la planta al influir en la cantidad de radiación absorbida y reflejada, el color del plástico determina esto en gran parte (www.hort.uconn.edu). Los diferentes colores de acolchado reflejan diferentes longitudes de onda y proporciones de rojo / rojo lejano diferentes (Orzolek *et al.*, 1993).

En el Control de Malezas

El acolchado de suelos con polietileno negro ayuda a eliminar casi la totalidad de las malezas y, se debe a su impermeabilidad a la luz, que impide la actividad fisiológica de las malezas (Ibarra, 1997). El uso de plástico transparente permite que las malezas se desarrollen, pero la aplicación correcta del plástico y la temperatura y alta humedad, queman las malezas germinadas en las primeras fases del desarrollo vegetativo (Ibarra, 1997). Este beneficio es tan grande que en la mayoría de los casos, solo este factor, justifica económicamente la inversión (www.tpagro.com).

Sobre la Humedad del Suelo.

La economía del agua con el acolchado es substancial, todas las reservas existentes son aprovechables y consecuentemente los nutrimentos en los cultivos son mas regulares y constantes. La aplicación de acolchado ayuda a conservar un 27 – 31 por ciento de la humedad. En condiciones climáticas semiáridas el uso de acolchado plástico puede ahorrar hasta un 50 por ciento del agua de riego (Ibarra, 1997).

En el Intercambio Gaseoso Entre el Aire y el Suelo

La película plástica que es casi impermeable al gas, modifica el intercambio gaseoso entre el aire y el suelo. Como efecto del acolchado, las

raíces liberan más CO_2 que se acumula bajo el plástico y se canaliza a través de sus perforaciones. Además, la presencia de la película restringe la difusión de vapor de agua y CO_2 desde el suelo hacia la atmósfera consiguiéndose de esa manera un microambiente adecuado para el crecimiento de las plantas (www.geocities.com).

En la Limpieza de los Productos

El acolchado funciona como una barrera entre el suelo y la parte aérea de la planta, evitando que los frutos estén en contacto con el suelo, por lo tanto se obtienen productos más limpios y mejor presentados. También evita algunas enfermedades como botrytis, que es ocasionado por el contacto del follaje con la humedad del suelo (www.qro.itesm.mx).

En la Protección de Suelo

El método de cobertura de suelos con polietileno contribuye efectivamente a evitar la erosión y el endurecimiento de la tierra (www.tpagro.com). El plástico acolchado actúa como barrera física a las precipitaciones y previene la lixiviación de los nutrientes y/o fertilizantes (www.agnet.org).

Sobre Plagas y Enfermedades

La utilización de polietilenos con caras plata o blanca hacia el sol consigue el efecto de reflejar la luz, que tiene gran influencia contra la presencia de mosca blanca, áfidos y ciertos virus de los cuales son insectos son vectores, además de otras plagas que no les es atractivo el color del acolchado utilizado. Por lo tanto al haber menor población de plagas transmisoras de enfermedades se disminuye su incidencia (www.tpagro.com).

Tipos y Colores de Acolchado Plástico

Acolchado Negro

El acolchado negro absorbe la mayoría de la radiación solar, que incluye las longitudes de onda de la radiación ultravioleta, visible e infrarroja y la reirradia a la atmósfera en forma de calor. Mucha de la energía absorbida por las películas negras es transmitida también a la atmósfera por convección y conducción al suelo. El acolchado negro no permite el crecimiento de malezas porque no transmite la radiación visible comprendida entre 0.3 y 0.8 micras de longitud de onda y, no se realiza la fotosíntesis. Como el suelo se calienta poco de día, durante la noche la aportación de calor a la planta es poca y se expone más a los efectos de helada. En días calurosos se pueden producir quemaduras en las partes de la planta que estén en contacto con el plástico (www.hort.uconn.edu).

Acolchado Metalizado

Absorben parte del calor que reciben y reflejan hacia el exterior la mayor parte. El uso de este color de plástico es recomendable en siembras de primavera y verano, porque evitan el calentamiento excesivo del suelo, el daño del sistema radicular y repele algunos insectos. Durante la noche no aporta calor a la planta corriendo el riesgo de helada y los costos son mas altos que las películas anteriores (www.qro.itesm.mx).

Acolchado Rojo

Se ha visto que mejora y acelera la madurez del fruto en tomate, además reduce la incidencia temprana de plagas y disminuye los riesgos por enfermedades transmitidas por algunos insectos. Además, se utiliza en cultivos estacionales y zonas con poco riesgo de heladas y terrenos poco infectados con malas hierbas (www.hort.uconn.edu).

Acolchado Café

Los efectos son similares a los del negro, pero a una intensidad menor en cuanto a la reflexión de radiación y ligeramente menor en temperatura a distintas profundidades (www.qro.itesm.mx).

Acolchados Azules

Desarrollados especialmente para cultivos de fresa y melón, ya que disminuyen el crecimiento de malas hierbas y reducen considerablemente el porcentaje de frutos quemados, y no aumentan tanto la temperatura del suelo. Este acolchado se encuentra en un punto medio entre el porcentaje de reflexión de radiación con el blanco y transparente, por lo que la temperatura se comporta de la misma forma. Se usa en zonas con poco riesgo de heladas o heladas no muy intensos (www.ediho.es).

Fotosíntesis

Las plantas requieren de radiación solar para la fotosíntesis, y su índice de crecimiento es proporcional a la cantidad recibida, no asumiendo a otros parámetros ambientales que son restrictivos (www.ag.arizona). La actividad fotosintética es determinada en relación con el dióxido de carbono con la intensidad de la luz y el incremento de la luminosidad. Las plantas son organismos especializadas en la captura y transducción energética de la radiación a través de la fotosíntesis, también son capaces de regular la morfogénesis por medio de la percepción de las características de la radiación, lo cual se aprovecha para la manipulación de la radiación transmitida o reflejada por la película plástica (www.geocities.com). Por encima de cierto nivel de irradiancia, conocido como saturación lumínica, el incremento de la luz ya no causa efecto alguno en la actividad fotosintética, el efecto de la

temperatura del medio ambiente sobre la fotosíntesis depende de la especie, las condiciones ambientales en que ha crecido la planta y las condiciones ambientales imperantes durante el periodo del cultivo (Salisbury y Ross, 1994).

Radiación Fotosintéticamente Activa

La radiación fotosintéticamente activa (RFA), es la longitud de onda que es utilizada por las plantas para los procesos bioquímicos de la fotosíntesis, y llevar a cabo la conversión de la energía lumínica a energía química para el desarrollo de la biomasa. La RFA puede ser definida como las unidades cuánticas de energía lumínica, expresado como el número de fotones de luz recibida sobre una unidad de área. Un fotón es una cantidad sumamente pequeña de energía. Individualmente cada fotón con su longitud de onda específica y el nivel de energía representa el color que es percibido por el ojo humano (www.ag.arizona). La luz visible es un compuesto de longitudes de onda entre los 0.400 y 0.700 μm , que es definida como radiación fotosintéticamente activa. Los diferentes colores de plástico para acolchado absorben y reflejan diferentes longitudes de onda de luz y las plantas son muy sensibles al color de la luz que reciben en las hojas por efecto de la energía solar incidente y reflejadas por las superficies (<http://plasticulture.cas>).

Función de los Fotorreceptores Vegetales

Las plantas poseen varios sistemas de fotorreceptores que les permite obtener información sobre diversos aspectos de la luz incidente, tales como la intensidad, duración y periodicidad, dirección y color, esto le permite a las plantas modular un amplio rango de procesos de desarrollo a las nuevas condiciones ambientales. Los procesos afectados abarcan todo el ciclo vital de la planta que van desde la germinación, pasando por el desarrollo de las plántulas hasta la maduración, en los múltiples cambios morfológicos y fisiológicos (www.ciencias.uma.).

La luz a través de estos fotorreceptores altera la expresión de grupos de genes concretos que determina finalmente los cambios fisiológicos y morfológicos. Actualmente se conocen tres grupos de fotorreceptores: los receptores de luz UV-B, los criptocromos o receptores de luz UV-A y azul, y los fitocromos o receptores de la región del rojo (R) y el rojo lejano (RL) del espectro de luz (www.ciencias.uma.). Las clorofilas y carotenoides son receptores de radiación en la banda amplia de 0.400 – 0.700 μm , lo cual se relaciona con la actividad fotosintética (www.geocities.com). Cuando esos pigmentos llamados clorofila A, clorofila B y algunos carotenoides, son irradiados con luz que contienen todas las longitudes de onda de luz visible, absorben la mayor parte de las porciones roja y azul del espectro y reflejan la porción verde (Lira, 1994).

Fitocromo

Los fitocromos son proteínas homodiméricas en el que cada una de las cadenas polipeptídicas tiene un tetrapirrol lineal que actúa como una “antena receptora de fotones” que inicia el proceso de percepción (www.ciencias.uma.). Este sistema de pigmento fotorreversible consiste en dos formas, Pr y Pfr, que contiene absorciones máximas en rojo 0.660 μm , y rojo lejano 0.730 μm , de longitud de onda, respectivamente. La conversión del pigmento de una forma u otra influye en los aspectos de crecimiento y floración (www.clemson.edu).

Estudios fisiológicos indicaron que Pfr es la forma biológicamente activa, mientras que Pr es inactiva. La molécula del fitocromo es como un interruptor molecular que se enciende o se apaga dependiendo de la iluminación a la que la planta esta expuesta (www.ciencias.uma.). La luz se absorbe por dos diferentes sistemas de pigmentos, uno de longitud de onda más larga (fotosistema I) que el otro (fotosistema II), y el funcionamiento satisfactorio de la fotosíntesis requiere que ambos se activen. El fotosistema II, contiene además algo de clorofila A, pero gran cantidad de clorofila B, y pigmentos accesorios como ficobilinas; el fotosistema I contiene mayor porción de clorofila A (Lira, 1994).

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo experimental se desarrolló en el Centro de Investigación en Química Aplicada que se encuentra localizado al Norte de la Ciudad de Saltillo, Coahuila, México. A $25^{\circ} 27'$ de latitud norte y $101^{\circ} 02'$ de longitud oeste con 1610 m de altura sobre el nivel del mar. Se realizó durante el período de mayo a septiembre del 2002. La metodología específica del trabajo se describe en el apartado respectivo de cada artículo científico

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Del trabajo experimental, se generó información sobre la radiación, la temperatura del plástico, del suelo y de la superficie foliar, así como de los componentes del rendimiento.

Esta información fue analizada y los resultados se presentan en dos artículos científicos. Uno fue aceptado para ser publicado en la revista Crop Research y el otro será enviado para su revisión y posible publicación en una revista con arbitraje e indexada en el Índice de Revistas del CONACYT.

A continuación se presentan los dos artículos citados.

Artículo 1

ANÁLISIS DE LA RADIACIÓN REFLEJADA Y LOS DIFERENCIALES TERMICOS EN EL CULTIVO DE MELÓN (*Cucumis melo* L.) BAJO CONDICIONES DE ACOLCHADOS FOTOSELECTIVOS.

ANALYSIS OF THE REFLECTED RADIATION AND THERMICS DIFERENTIALS ON THE (*Cucumis melo* L.) LOW CONDITIONS OF PHOTOSELECTIVES MULCHES

Francisco Torres Aguirre¹, Juan Munguía L², Valentín Robledo T³, José Hernández D³, Adalberto Benavides M³, Rosario Quezada M⁴, Luis Ibarra J⁴

¹Tesista del Programa de Graduados en Horticultura de la UAAAN, Buenavista Saltillo, Coahuila, México. CP 25315. Tel. (844) 411-0332. ^{2*} Correspondencia Investigador Titular del Depto. de Agroplásticos del Centro de Investigación en Química Aplicada. Blvd. Enrique Reyna Herмосillo No 140. Apdo. Postal 379, Saltillo, Coahuila, México. CP 25100. e-mail: munguia@polimex.ciqa.mx Tel. (844) 438- 9830 ext 1253. ³Maestro –Investigador de Dpto. de Horticultura de la UAAAN. Buenavista Saltillo, Coahuila, México. ⁴Investigador Titular del Departamento de Agroplásticos del Centro de Investigación en Química Aplicada.

RESUMEN

En este experimento se analizó el efecto de la radiación reflejada desde la superficie de diferentes colores de acolchado plástico, así como el comportamiento de la temperatura en el follaje, plástico, suelo y su relación

on el rendimiento de dos híbridos de melón (*Cucumis melo* L.). La investigación se realizó en el Centro de Investigación en Química Aplicada, localizado en Saltillo, Coahuila., México, durante el ciclo primavera verano del 2002, se midió la radiación fotosintéticamente activa reflejada (RFA_{ref}), la radiación fotosintéticamente activa incidente (RFA_{inc}), las temperaturas del aire, del dosel, del plástico y del suelo sin acolchar y, el rendimiento. La RFA_{ref} fue mayor al principio y al final del ciclo de cultivo para el acolchado rojo y azul, y menor para el acolchado café, negro-metalizado y el testigo. Con respecto a la temperatura del suelo se encontró que el plástico de color rojo mantiene temperaturas más altas y disminuyen a medida que el cultivo alcanzó la cobertura efectiva. Se encontró que las temperaturas medias más altas en la hoja son generadas por el plástico de color rojo y negro metalizado, siendo hasta 4°C mas altas que la de suelo desnudo, en cuanto a la temperatura del plástico se encontró que en el negro metalizado fue hasta 28°C mas alta que en el suelo desnudo y en el plástico rojo hasta 15°C durante las horas de mayor radiación.

Se encontró diferencias significativas ($P \leq 0.01$) en el rendimiento para los tratamientos de acolchado, siendo el rojo y azul los que presentaron el rendimiento mas alto con 42.80 y $36.38 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}$, mientras que el testigo presenta rendimiento de $17.05 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Palabras clave: Radiación, acolchado plástico, temperatura, *Cucumis melo* L.

SUMMARY

In this experiment, the effect of the reflected radiation from plastics mulch of different colors was analyzed, as well as the behavior of the temperature on the canopy, plastic, soil and its relation with the yield of two melon hybrids (*Cucumis melo* L.), Cruiser and Larga Vida de Anaquel (LVA). This work was carried out in the Applied Chemistry Research Center in Saltillo, Coah. Mexico. During the spring-summer period of 2002; the Photosynthetic active radiation reflected (PAR_{ref}) and the photosynthetic active radiation incidence (PAR_{inc}) were measured, as well as the temperature of the air, canopy, plastic mulch and bared soil, and the yield. The PAR_{ref} was higher at the beginning and at the end of the crop period with the red and blue plastic mulch, and lower with brown, black-metalized, and the control. Regarding to the soil temperature it was found that the red plastic mulch maintains higher temperatures and this diminish in proportion to the effective cover of the crop. It was found that the highest means of temperature on the leaves are generated by the red and black-metalized plastics mulch, being up to 4°C higher than those of the soil without cover; regarding to the plastics temperature it was found that the black-metalized was up to 28°C higher than the bared soil and the red plastic mulch up to 15°C during the hours of higher radiation. Significant differences ($P \leq 0.01$) were found on yield for the treatments, presenting the red and blue plastics mulch the highest yields with 42.80 and 36.38 ton·ha⁻¹. The control yield mean was 17.05 ton·ha⁻¹.

Key words: Radiation, plastics mulch, temperature, *Cucumis melo* L.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de melón en México juega un papel importante dentro de la horticultura debido a que ocupa el octavo lugar en superficie sembrada, y un porcentaje importante de la cosecha se destina al mercado de exportación. La superficie sembrada de melón en México en el 2002 superó las 23,000 ha con producción mayor a 543,000 ton y rendimiento medio de 23 ton·ha⁻¹. El cual puede incrementarse significativamente tanto en cantidad como en calidad con el uso de una tecnología adecuada y variedades mejoradas (SAGARPA, 2003).

Los avances realizados en la industria de los polímeros, han puesto a disposición de los horticultores una amplia gama de materiales plásticos, para diferentes aplicaciones y con características cada vez más favorables para la producción de cultivos, donde la variación microambiental es la finalidad primaria para aumentar la productividad, calidad, control metabólico y morfogénético del cultivo, buscando el efecto biológico de la manipulación de las características de la radiación transmitida y reflejada por las películas plásticas. El uso de películas plásticas en la agricultura ha permitido una mejor expresión del potencial genético de los cultivos de importancia económica, debido al incremento de la radiación fotosintéticamente activa (RFA) e incremento de la radiación de onda larga (IR) (Hort.uconn, 2002). Para modificar el espectro de luz de tal forma que se incremente la tasa fotosintética del cultivo se requiere que el acolchado actúe en una banda muy específica

del espectro electromagnético, denominada radiación fotosintéticamente activa (RFA), que es la longitud de onda utilizada por las plantas para los procesos bioquímicos en la fotosíntesis (Stephen, 2001).

La RFA incluye entre otras las siguientes bandas de 0.400 a 0.510 y de 0.610 a 0.720 μm , donde existe una fuerte absorción de luz por la clorofila, con alto efecto morfogénético y, de 0.510 a 0.610 μm , hay débil absorción de luz por la clorofila, sin efectos morfogénéticos (Gabriel *et al*, 1994). El color rojo afecta a la fotosíntesis y desarrollo vegetativo de plántulas e influye en el crecimiento de flores y frutos, mientras el color azul modifica el fototropismo y la fotosíntesis y es responsable del crecimiento de las hojas y los tallos (Orzolek ,1995).

Las radiaciones visibles tienen un papel fundamental en la síntesis de la clorofila y el posterior proceso fotosintético para sintetizar los compuestos orgánicos para el crecimiento y desarrollo de las plantas (Merkasi, 2002). Éstas, son organismos especializados en la captura y transducción energética de la radiación a través de la fotosíntesis, también son capaces de regular la morfogénesis por medio de la percepción de las características de la radiación, que es lo que se aprovecha para la manipulación de la radiación transmitida o reflejada por la película plástica (Benavides, 2002).

Entre los fotorreceptores conocidos se encuentran las clorofilas y carotenoides que son receptores de radiación en la banda amplia de 0.400 –

0.700 μm lo cual se relaciona con la actividad fotosintética, los fitocromos o receptores de la región del rojo (R) y el rojo lejano (RL), los criptocromos o receptores de luz UV-A y azul y los receptores de luz UV-B (Benavides, 2002; Cantón, 2002). La RFA a través de fotorreceptores, altera la expresión de grupos de genes que determinan finalmente los cambios fisiológicos y morfológicos. La función fotorreceptora del fitocromo se basa en su capacidad de manifestarse de dos formas: una denominada Pr, que absorbe mayormente fotones de luz roja, y la otra Pfr que absorbe la luz roja lejana; la primera es la forma fisiológicamente inactiva y la segunda es la activa (Cantón, 2002). En el desarrollo de la clorofila son las radiaciones de 0.600 a 0.960 μm (rojo - naranja); la radiación de 0.430 – 0.500 μm (azul – violeta) actúa como medio activador y las radiaciones infrarrojos (IR) superiores a 0.700 μm aportan el calor necesario (Robledo y Vicente, 1988).

El efecto de la temperatura del medio ambiente sobre la fotosíntesis depende de la especie, las condiciones ambientales en que ha crecido la planta y las condiciones ambientales imperantes durante el periodo del cultivo (Salisbury y Ross, 1994). Los mayores valores de las temperaturas del suelo son en los primeros días de siembra, debido a que en este periodo de desarrollo, el cultivo no tiene cobertura completa de follaje que cubra el acolchado plástico (Martínez, 1997).

Las diferencias en producción de algunos cultivos en respuesta a los colores de acolchados, en parte son por aumento de la temperatura del suelo y

por la gama de longitudes de onda reflejadas (Orzolek y Otjen, 2003). Los valores de resistencia estomática son mas altas en las plantas con acolchados plástico que en plantas sin acolchado plástico, lo que corresponde a una mayor temperatura foliar (Munguía y Quezada, 2000).

Al evaluar colores de acolchado se encontró que la temperatura fue menor en el suelo desnudo y en el ambiente, comparada con los suelos con acolchado en la hora mas fría (6:00 h) y, no existió influencia significativa por el color del plástico. Las temperaturas registradas en la hora de mayor radiación (13:30 h) en el suelo no acolchado a 5, 10 y 15 cm de profundidad siempre fueron mas bajas. Los plásticos mantuvieron temperaturas más constantes, a partir de los 5 cm de profundidad, proporcionando así un hábitat más estable para la raíz (Burgueño, 1999). En melón establecido con acolchado de suelo verde y azul se incrementó 35% promedio la producción comercial en tres años consecutivos en relación con el plástico negro (Orzolek, 1993).

Por lo anterior el objetivo del trabajo fue analizar la radiación reflejada y los diferenciales térmicos entre la superficie del follaje, plástico y suelo y el efecto en el rendimiento del cultivo de melón con acolchados fotoselectivos.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó durante el ciclo agrícola primavera - verano del año 2002, en el Campo Agrícola Experimental del Centro de Investigación en Química Aplicada. Se usó un diseño experimental de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas donde el Factor A fue los híbridos de melón $a_1 = \text{Cruiser}$ y $a_2 = \text{híbrido de Larga Vida de Anaquel (LVA)}$ y el Factor B fue acolchado plástico ($b_1 = \text{negro-metalizado}$, $b_2 = \text{café}$, $b_3 = \text{rojo}$, $b_4 = \text{azul}$ y $b_5 = \text{suelo desnudo}$). El área experimental fue 1900 m^2 , con 10 tratamientos y cuatro repeticiones, haciendo un total de 40 unidades experimentales las cuales constaron de tres camas, dejándose la cama central para la evaluación de rendimiento.

Para el riego se utilizó cinta de 8 milésimas de pulgada de espesor con emisores espaciados a 20 cm y un gasto de $0.98 \text{ L.h}^{-1}.\text{gotero}^{-1}$. La siembra se realizó el 16 de mayo del 2002 y se sembraron 2 semillas por golpe a 5 cm de profundidad, a los 15 días de la emergencia se realizó un aclareo, dejando una sola planta a 30 cm de separación entre ellas. Las camas tuvieron 1.8 m de ancho por 5 m de longitud, la parcela útil fueron 15 plantas en competencia completa de la cama central, con área de 9 m^2 .

Para medir la RFA_{ref} se colocaron barras de luz (Apogge-inst-modelo LQS 7010) de 0.70 m de longitud con 10 sensores Quantum, las cinco barras de luz fueron colocadas de frente a 30 cm de altura sobre los cuatro acolchados y la superficie sin acolchar. Para evaluar la RFA_{inc} se utilizó un

sensor Quantum (Apogge-instrument, modelo QSO). Todos los sensores de radiación se conectaron a un Data Logger 23x de Campbell Scientific Inc, el cual se programó para tomar las lecturas de los sensores cada minuto y hacer promedios cada hora.

La medición de la temperatura del suelo se realizó a 2.5, 5, 10, y 20 cm de profundidad en los tratamientos rojo, azul, café, negro - metalizado y testigo con el híbrido LVA; la del aire se registro a 50 cm de altura. Los datos se tomaron con termopares tipo T de cobre constantan, conectados a un Data Logger de Campbell Scientific, Inc. modelo CR23X. El equipo tomó lecturas cada 10 segundos, sacando el promedio cada hora. Cada semana, durante todo el ciclo del cultivo, se bajaban los datos del Data Logger con una computadora portátil. Las mediciones de la temperatura en la superficie del plástico, del suelo y la hoja se hicieron a los 33, 43 y 60 dds en los tratamientos Rojo, Azul, Café, Negro Metalizado y Testigo en el híbrido LVA, con un termómetro infrarrojo marca Ray Tek hasta que el plástico quedo completamente cubierto por el follaje, estas mediciones se tomaron de 7:00 am a 8:00 pm cuidando que fuera a horas despejadas del día y en hojas totalmente expuestas al sol.

Para el rendimiento en los diez tratamientos se analizó sobre la base del peso total de los frutos cosechados en todos y cada uno de los cortes. La estimación del rendimiento total por hectárea se realizó basándose en la unidad experimental que fue 9 m².

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Radiación fotosintéticamente activa reflejada (RFA_{ref}). La RFA_{ref} durante el crecimiento y desarrollo de las plantas acumularon hasta los 27 días después de la siembra (dds), 12.16 moles por metro cuadrado por día ($\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$), en el acolchado rojo y azul, mientras los acolchados negro – metalizado café y el testigo acumularon de 8 a 9 $\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$, por lo tanto el efecto del acolchado rojo y azul pudo beneficiar a la planta por incrementar el nivel fotosintético durante las primeras etapas del cultivo.

La cantidad de moles que acumuló la planta a los 65 días después de la siembra es más bajo, el cultivo estaba en pleno desarrollo; donde el área foliar llegó a cubrir en su totalidad el plástico. En el acolchado café se llegó a tener 1.8 $\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$, mientras el acolchado rojo, negro-metalizado, azul y testigo llegaron a tener 0.8 $\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$, después de los 90 dds la radiación reflejada tendió a disminuir en los diferentes acolchados, dependiendo la capacidad de cobertura del cultivo (Figura 1).

El cultivo de tomate para su crecimiento y desarrollo requiere de 20-50 $\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ y, el cultivo de lechuga requiere de 10-30 $\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$. Decoteau *et al.* (1990) indican que durante el crecimiento y desarrollo de la planta del pimiento al utilizar acolchado rojo obtuvieron valores máximos de 14.42 $\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Radiación fotosintéticamente activa reflejada (RFA_{ref}). La RFA_{ref} durante el crecimiento y desarrollo de las plantas acumularon hasta los 27 días después de la siembra (dds), 12.16 moles por metro cuadrado por día ($\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$), en el acolchado rojo y azul, mientras los acolchados negro – metalizado café y el testigo acumularon de 8 a 9 $\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$, por lo tanto el efecto del acolchado rojo y azul pudo beneficiar a la planta por incrementar el nivel fotosintético durante las primeras etapas del cultivo.

La cantidad de moles que acumuló la planta a los 65 días después de la siembra es más bajo, el cultivo estaba en pleno desarrollo; donde el área foliar llegó a cubrir en su totalidad el plástico. En el acolchado café se llegó a tener 1.8 $\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$, mientras el acolchado rojo, negro-metalizado, azul y testigo llegaron a tener 0.8 $\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$, después de los 90 dds la radiación reflejada tendió a disminuir en los diferentes acolchados, dependiendo la capacidad de cobertura del cultivo (Figura 1).

El cultivo de tomate para su crecimiento y desarrollo requiere de 20-50 $\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ y, el cultivo de lechuga requiere de 10-30 $\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$. Decoteau *et al.* (1990) indican que durante el crecimiento y desarrollo de la planta del pimiento al utilizar acolchado rojo obtuvieron valores máximos de 14.42 $\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Radiación fotosintéticamente activa reflejada (RFA_{ref}). La RFA_{ref} durante el crecimiento y desarrollo de las plantas acumularon hasta los 27 días después de la siembra (dds), 12.16 moles por metro cuadrado por día ($\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$), en el acolchado rojo y azul, mientras los acolchados negro – metalizado café y el testigo acumularon de 8 a 9 $\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$, por lo tanto el efecto del acolchado rojo y azul pudo beneficiar a la planta por incrementar el nivel fotosintético durante las primeras etapas del cultivo.

La cantidad de moles que acumuló la planta a los 65 días después de la siembra es más bajo, el cultivo estaba en pleno desarrollo; donde el área foliar llegó a cubrir en su totalidad el plástico. En el acolchado café se llegó a tener 1.8 $\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$, mientras el acolchado rojo, negro-metalizado, azul y testigo llegaron a tener 0.8 $\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$, después de los 90 dds la radiación reflejada tendió a disminuir en los diferentes acolchados, dependiendo la capacidad de cobertura del cultivo (Figura 1).

El cultivo de tomate para su crecimiento y desarrollo requiere de 20-50 $\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ y, el cultivo de lechuga requiere de 10-30 $\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$. Decoteau *et al.* (1990) indican que durante el crecimiento y desarrollo de la planta del pimiento al utilizar acolchado rojo obtuvieron valores máximos de 14.42 $\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$.

$^2 \cdot d^{-1}$ y el acolchado negro con $8.12 \text{ mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$; datos similares en el cultivo del tomate fueron reportados con el acolchado rojo (Taber y Smith, 2000). Mientras que Kaczperwski *et al.* (1991) indican que durante el desarrollo y crecimiento de los cultivos se necesita un rango de $12\text{--}13 \text{ mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$. Si comparamos estos resultados con los obtenidos en el acolchado rojo y azul usados en este estudio, se tuvieron datos similares.

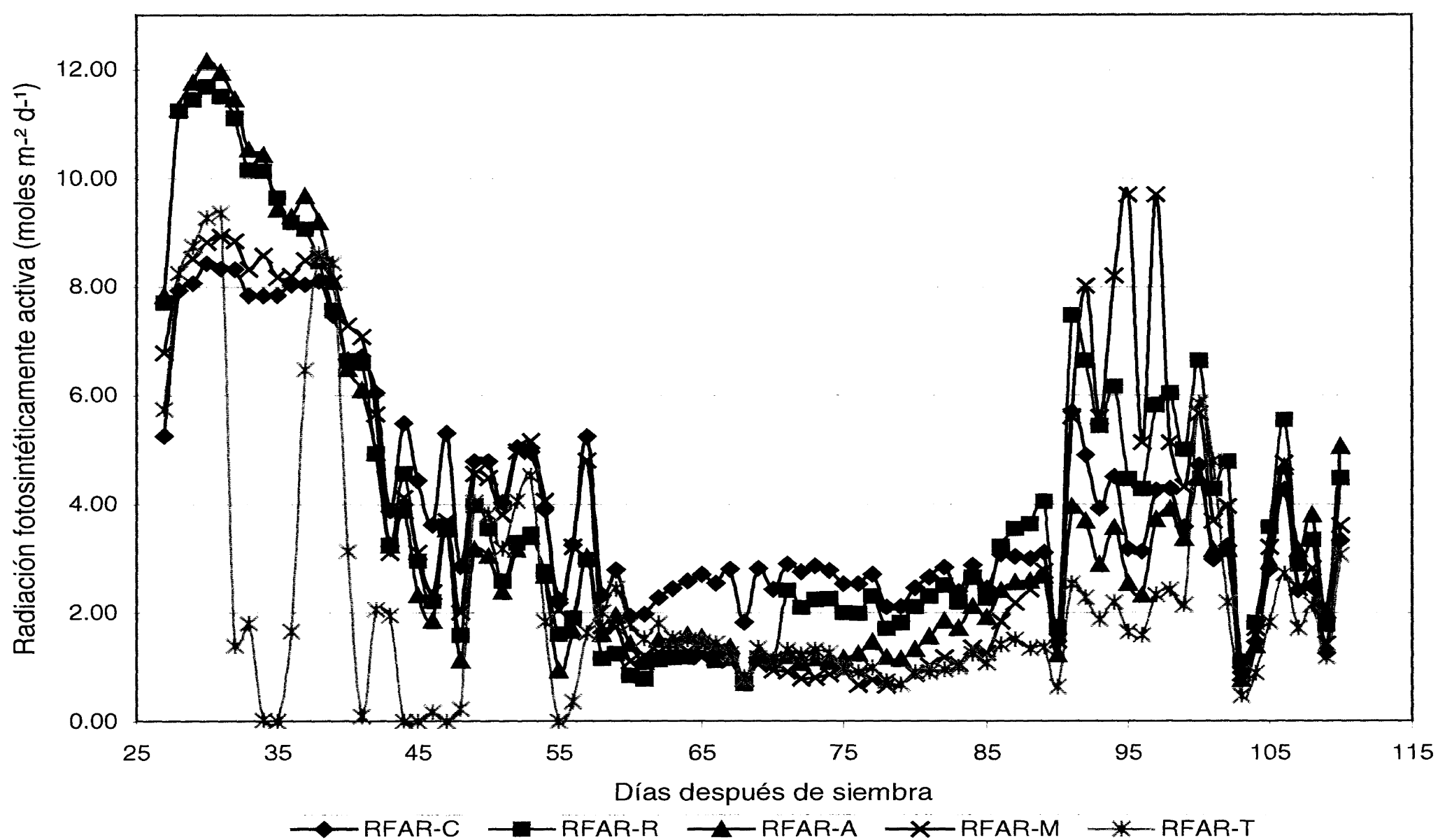


Figura 1. Radiación fotosintéticamente activa reflejada (RFAR) en acolchados de color C = café, R= rojo, A= azul, M= negro metalizado, T= testigo. Durante el ciclo agrícola del cultivo de melón.

Otro punto importante es la cantidad de moles acumulados en todo el ciclo del cultivo de radiación reflejada (Figura 2), la cantidad de $\text{mol} \cdot \text{m}^{-2}$ en el acolchado rojo resulto casi al mismo nivel que en el acolchado azul con una

diferencia de $30.75 \text{ mol}\cdot\text{m}^{-2}$ y la cantidad de $\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}$ desde el inicio hasta el final del cultivo utilizando acolchado rojo fue de $334.98 \text{ mol}\cdot\text{m}^{-2}$. Si comparamos con el acolchado negro-metalizado usado en este estudio, se puede ver que fue el más alto pero, tuvo menos rendimiento y ocupó el tercer lugar. Esto probablemente se debe a la longitud de onda larga emitida y al porcentaje de reflectancia de este material.

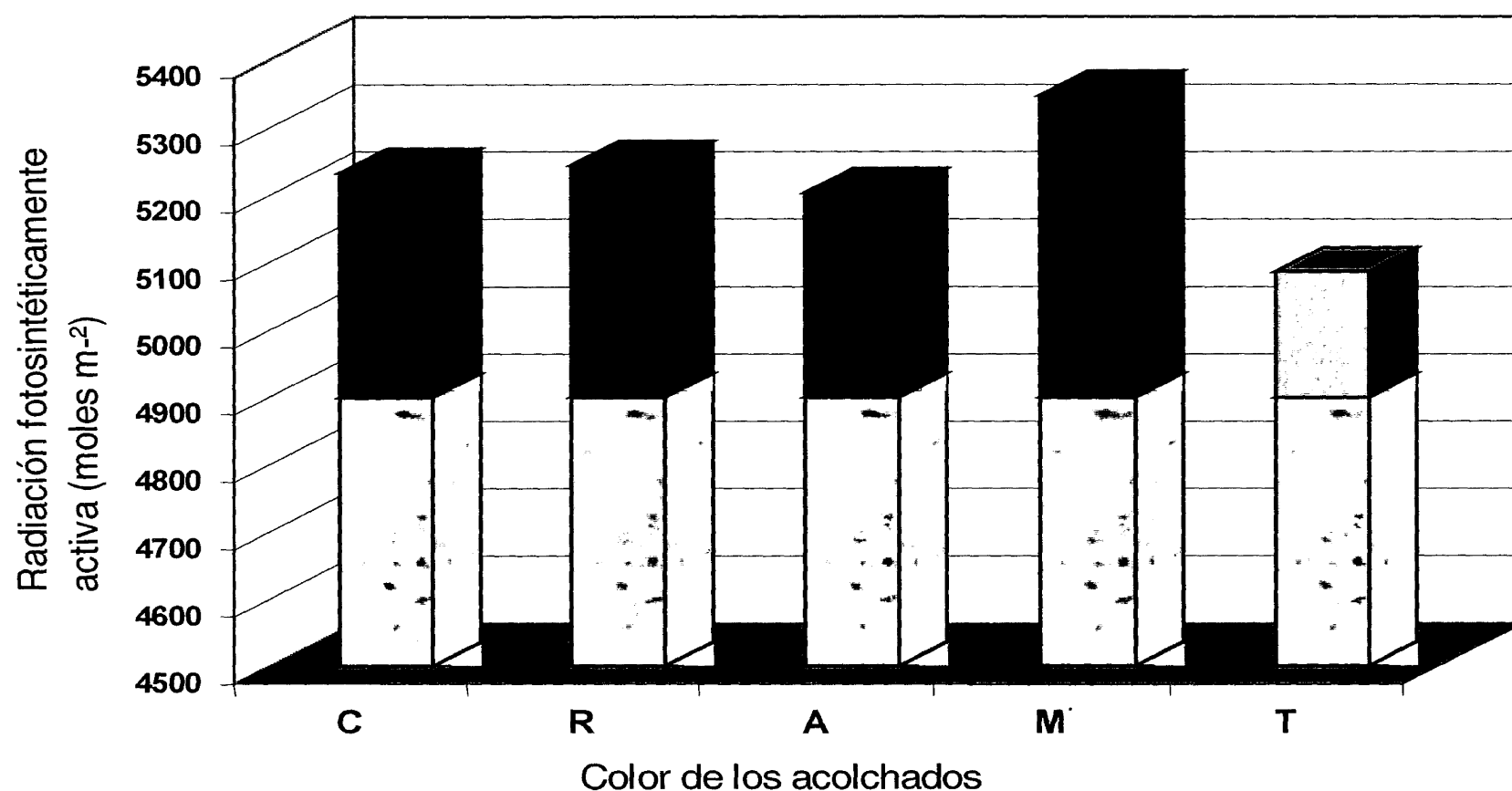


Figura 2. Radiación fotosintéticamente activa reflejada e incidente en diferentes colores del acolchado plástico acumulada durante el ciclo agrícola del cultivo de melón en Saltillo, Coah. C-café, R-rojo, A-azul, M-negro-metalizado, T-testigo.

La respuesta de la planta con acolchado esta influenciada por la alteración y la calidad de la luz reflejada en la superficie del acolchado y por la capacidad de cada color para incrementar la temperatura del suelo.

En la Figura 2 se observa que la RFA incidente más la reflejada en el acolchado rojo se incrementó 7.04 %, mientras en el acolchado negro-

metalizado fue 9.15 %, el testigo reflejó menos de 3.82 %. Como se puede ver, la RFA_{ref} en el acolchado negro-metalizado es mas alta que el rojo y azul pero, el cultivo no incrementó su rendimiento; posiblemente en otras hortalizas sus respuestas son mas favorables pues como lo citaron Csizinszki *et al.* (1995) diferentes colores de acolchado crean un microambiente para las plantas que puede ser específicos para cada cultivo y la respuesta de los cultivos hortícolas a colores del acolchado es inconsistente y depende de la estación, el año y la región.

La temperatura.

Temperatura del polietileno y del suelo sin acolchar. A los 33 dds, los valores máximos de temperaturas de la superficie del polietileno fueron 63 °C en el polietileno negro metalizado, 56.9 °C en el café y 39.2 en el testigo; la temperatura del aire fue 28.8 °C a las 13:00 h. Las menores se encontraron en el testigo con 10.75 y en el polietileno rojo con 13.6 °C, respectivamente; a las 7:00 h y la temperatura ambiente fue 18.6 °C (Figura 3a). En la medición realizada a los 43 dds las temperaturas mayores se encontraron a las 13:00 h siendo de 59.95 °C en el polietileno negro metalizado, 51.8 °C en el café, 43.1°C en el rojo, 40.3 °C en el azul y 32.15°C en el testigo y la temperatura del aire fue de 24.6°C; en cambio, las menores se encontraron a las 7:00 h siendo de 17.75°C en el testigo y 20.94°C en el polietileno café, esto cuando la temperatura ambiente fue de 19.1 °C (Figura 3b). En la medición realizada a los 60 dds las mayores temperaturas se encontraron a las 14:00 h siendo de 55.4°C en el polietileno negro metalizado, 48.25°C en el café, 40.7°C en el

ojo, 37.3°C en el azul y 33.2°C en el testigo cuando se presento una emperatura ambiente de 24.8°C ; mientras que las menores se encontraron a las 7:00 h siendo de 16.35°C en el testigo y 16.75°C en el polietileno negro metalizado, mientras que el mayor valor a las 7:00 h fue de 17.4°C , presentada en el polietileno rojo, esto a una temperatura ambiente de 17.98°C (Figura 3c). Los resultados obtenidos concuerdan con los de Ham *et al.* (1993) quienes reportaron que las temperaturas de algunos acolchados alcanzan mas de 60°C en días despejados y logran superar la del aire hasta por 25°C .

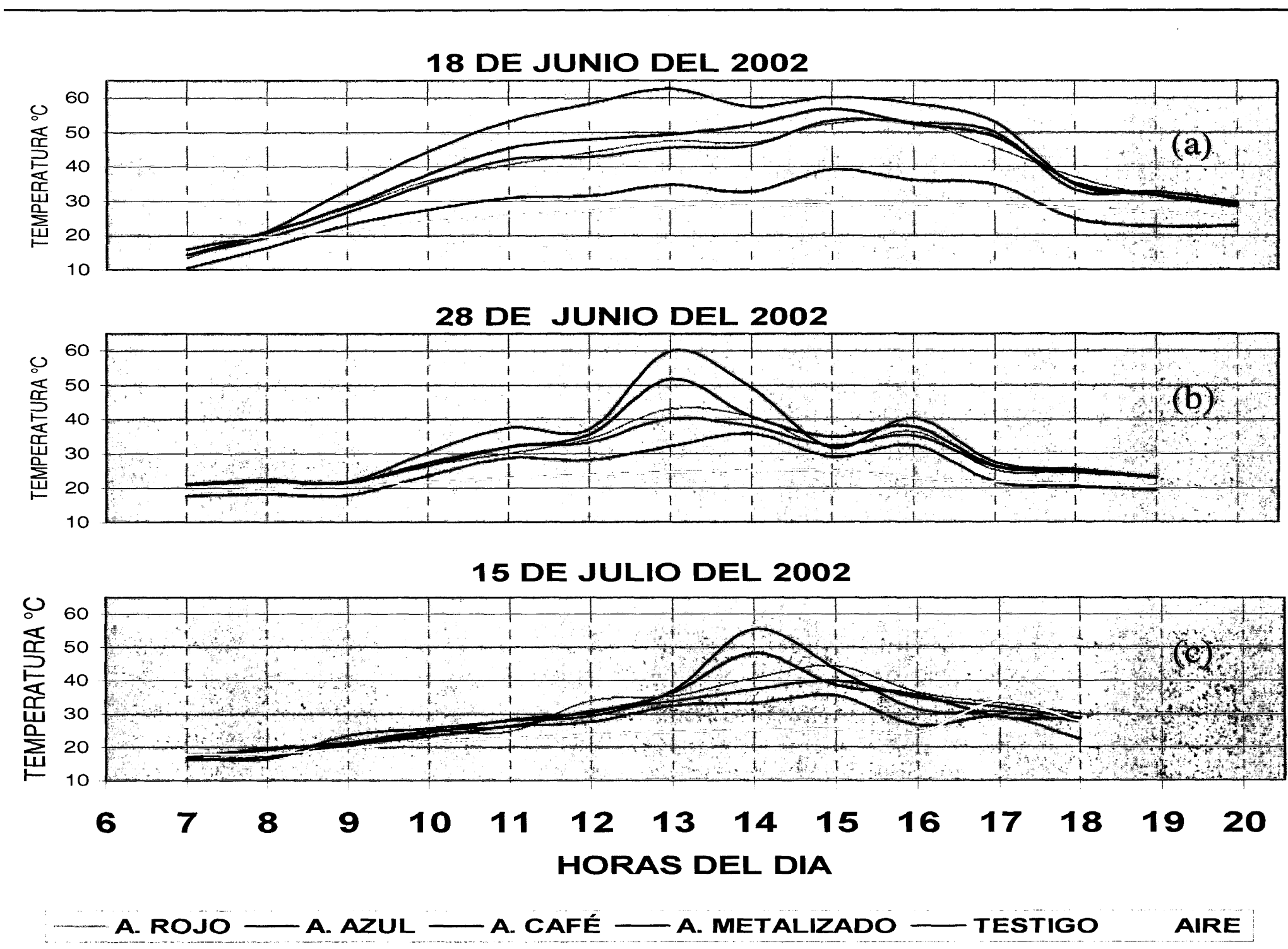


Figura 3. Temperatura de los acolchados de colores y el testigo durante las horas del día en tres fechas de desarrollo del cultivo. A = acolchado.

Temperatura de la hoja. Las temperaturas mayores de la hoja a los 33 dds se presentaron a las 16:00 h donde el tratamiento negro metalizado alcanzó 32.75 °C seguido por el rojo con 31.15 °C, mientras que el testigo alcanzó 29.45 °C, con temperatura ambiente de 28.98 °C. Las temperaturas menores se presentaron a las 7:00 h en el testigo que alcanzó 8.7 °C y, en el negro metalizado fue 9.45 °C, con temperatura ambiente de 18.6°C (Figura 4a). Las temperaturas mayores de la hoja a los 43 dds, se presentaron a las 13:00 h donde el testigo alcanzó 31.85°C seguido por el rojo con 30.95°C y, temperatura ambiente de 25.1°C. Las temperaturas menores se registraron a las 7:00 h en el testigo que alcanzó 16.2°C y, el café con 17.25°C. La temperatura ambiente fue 19.1°C (Figura 4b). Las temperaturas mayores en la hoja a los 60 dds se presentaron a las 14:00 h donde el polietileno café tuvo 31.7°C, seguido por el rojo con 30.15°C y, el testigo con 29.5°C. La temperatura ambiente fue de 24.8°C. Las temperaturas menores se presentaron a las 7:00 h y fue el acolchado negro metalizado y el rojo con 13.4°C, la temperatura máxima a las 7:00 h la exhibió el tratamiento café con 13.55°C, esto a una temperatura ambiente de 17.98°C (Figura 4c). Los resultados obtenidos concuerdan parcialmente con los de Ham *et al.* (1993), al mencionar que las temperaturas de las hojas en suelos cubiertos con películas plásticas difieren hasta por 2°C en relación al suelo sin acolchar. Únicamente difieren en la segunda fecha de muestreo, en la cual la temperatura de la hoja en la hora mas caliente fue mayor en el suelo sin acolchar.

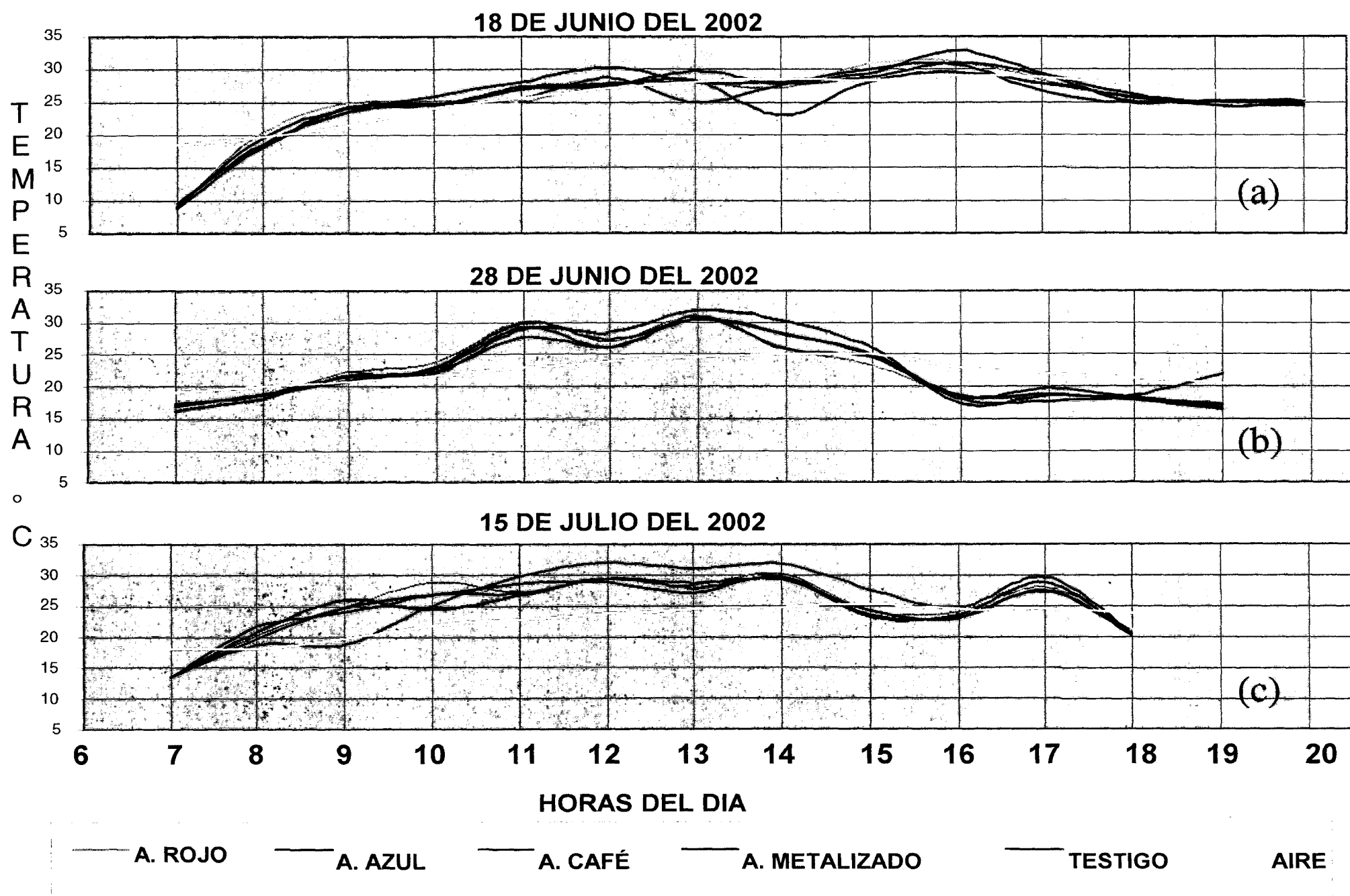


Figura 4. Temperatura en la superficie de la hoja durante el día por efecto de los diferentes colores de acolchado durante tres periodos del cultivo.

Temperatura del suelo por etapas de desarrollo. En la etapa de desarrollo vegetativo las temperaturas medias mas altas se registraron en los tratamientos acolchados a profundidades de 10 y 20 cm, con temperaturas medias entre 27.3 y 27.8 °C, mientras que el testigo tuvo temperaturas entre 22 y 23°C; es decir una diferencia superior de 4°C a favor del suelo con acolchado (Cuadro 1). Los resultados obtenidos concuerdan con los de Martínez (1997) al encontrar que los suelos acolchados presentaban diferencias de 6°C comparados con el testigo.

Cuadro 1. Temperaturas medias correspondientes a diez días de cada etapa en el cultivo del melón con diferentes colores de acolchado plástico.

Acolchado y Prof (cm)	ETAPA				
	Desarrollo vegetativo	Floración	Cuajado	Llenado	Cosecha
ROJO					
Aire	23.31	19.32	21.71	21.92	20.69
2.5	27.14	23.68	22.38	24.20	25.42
5	27.41	24.13	22.40	24.12	25.41
10	27.79	25.28	22.37	23.68	25.17
20	27.66	25.99	22.27	23.11	24.82
AZUL					
Aire	23.31	19.32	21.71	21.92	20.69
2.5	27.02	24.06	22.42	23.14	23.46
5	27.00	24.04	22.40	23.16	23.50
10	27.60	25.17	22.43	22.92	23.77
20	27.53	26.03	22.37	22.42	23.74
CAFÉ					
Aire	23.31	19.32	21.71	21.92	20.69
2.5	27.49	23.94	23.17	22.72	23.85
5	27.74	24.28	23.13	22.66	23.81
10	27.63	25.09	23.00	22.69	23.87
20	27.37	26.07	22.74	22.49	23.72
NEGRO-M					
Aire	23.31	19.32	21.71	21.92	20.69
2.5	26.49	23.65	22.78	23.75	24.77
5	26.87	24.58	22.73	23.40	24.84
10	27.33	25.83	22.53	23.00	24.62
20	27.33	26.75	22.46	22.66	24.50
TESTIGO					
Aire	23.31	19.32	21.71	21.92	20.69
2.5	21.91	19.62	19.65	19.35	19.46
5	21.79	20.11	19.73	19.47	19.56
10	22.30	21.50	19.96	19.68	19.84
20	22.86	23.01	20.30	19.95	20.25

Prof = profundidad, cm = centímetros, M = metalizado.

Durante la etapa de floración, las temperaturas medias mas altas del suelo se registraron en los tratamientos acolchados a profundidades de 10 y 20

cm, los cuales presentaron temperaturas medias entre 25.1 y 26.7 °C mientras que las del testigo estuvieron entre 21.5 y 23°C, es decir, una diferencia menor a 4°C a favor de los acolchados (Cuadro 1). Los resultados obtenidos concuerdan con los de Splittstoesser y Brown (1991), al mencionar que las temperaturas en suelos acolchados son de 2 a 10 °C mas altas, comparadas con el testigo.

Durante la etapa de cuajado del fruto, las temperaturas medias en tratamientos con acolchados mostraron diferencias entre la temperatura del aire y suelo menores a 2°C, mientras que el testigo fue superado por la temperatura del aire en mas de 1 °C. Lo anterior significa que la temperatura en el suelo cubierto fue aproximadamente 3 °C mayor que en el suelo desnudo (Cuadro 1).

Durante la etapa de llenado de fruto, las mayores temperaturas medias se presentaron a 2.5 y 5 cm, siendo mayores en el polietileno rojo en aproximadamente 2 °C con respecto al polietileno azul, café y negro-metalizado, mientras que fueron casi 6 °C mayores que en el suelo desnudo y mayores en mas de 2 °C con respecto a la temperatura del aire; que superó por 3°C a la temperatura del suelo desnudo (Cuadro 1). Estos resultados concuerdan parcialmente con los obtenidos por Lamont Jr. (1993), ya que en su caso los acolchados mostraron 2.8 °C mayor temperatura que el testigo a profundidad de 5 cm. Resultados reportados para el polietileno negro.

Durante la etapa de cosecha se presentaron temperaturas medias mayores de 25 °C en el suelo con polietileno rojo y a profundidades de 2.5 a 10 cm, mientras que en los demás colores de acolchado las temperaturas fluctuaron de 23.4 a 24.8 °C. El testigo presento temperaturas inferiores a las registradas en el aire (Cuadro 1). Los resultados obtenidos concuerdan con los de Martínez (1997) al encontrar que las temperaturas son de hasta 6°C mas altas que en el suelo sin acolchar.

Rendimiento. Al realizar el análisis de varianza no se encontró diferencias significativas para los híbridos de melón, pero si se detectaron diferencias significativas ($P \leq 0.01$) en rendimiento para colores de plástico. En el Cuadro 2, se muestran los promedios del rendimiento, donde se puede observar que se tiene 107.16 % de incremento en el acolchado rojo, 82.09 % al utilizar acolchado azul y 67.47 % con el acolchado café, en comparación con el testigo sin acolchar. El acolchado rojo obtuvo el mayor rendimiento con 43.70 ton·ha⁻¹ en LVA y en el híbrido Cruiser con 41.90 ton·ha⁻¹, el tratamiento testigo LVA y Cruiser obtuvo 14.05 y 27.28 ton·ha⁻¹, respectivamente. En el acolchado azul y café con el híbrido Cruiser se tuvieron 39.58 y 36.15 ton·ha⁻¹, respectivamente. Investigaciones realizadas en la producción de tomate comercial, con el acolchado azul se tuvo el rendimiento mas alto, seguido por el acolchado rojo y por último el plástico anaranjado (Csizinszky *et al.*, 1995). Usando acolchados negros teñidos con un látex de color rojo, amarillo, azul, anaranjado y verde en el cultivo de tomate, se encontró que el acolchado rojo incrementó 20% el número de frutos, comparado con el acolchado negro, estos

estudios confirman que el efecto del acolchado rojo comparado con el uso del acolchado convencional (plástico negro) es mas efectivo para incrementar la producción temprana y tamaño de frutos en estaciones de primavera.

Cuadro 2. Rendimiento total en dos cultivares del melón bajo condiciones de acolchado de colores.

Variedad	Acolchado					Media
	Rojo	Azul	Café	Negro-Metal	Testigo	
Crusier	41.91	39.58	36.15	32.66	27.28	35.52
LVA	43.70	35.67	33.05	31.46	14.04	31.59
Media	42.80 a	37.62 ab	34.60 b	32.06 b	20.66 c	

[†] Promedios seguidos de la misma letra, son estadísticamente iguales con DMS, 0.05.

El efecto que tiene la temperatura de la hoja en el rendimiento es positiva, ya que en los tratamientos con mayores temperaturas se presentaron mayores rendimientos. Esto puede ser debido a la abertura de estomas que se realiza cuando existen temperaturas favorables para el funcionamiento de la planta; al abrir los estomas hay intercambio gaseoso y si la luz no es limitante se produce mayor fotosíntesis. Los tratamientos con temperaturas mas altas fueron el Rojo y el azul que incrementaron el rendimiento en 327 y 247%, respectivamente en relación con el suelo desnudo.

CONCLUSIONES

El acolchado negro-metalizado acumula mayor cantidad de RFA_{ref} durante el ciclo de cultivo del melón en comparación con el acolchado rojo y azul. La necesidad de caracterizar las propiedades ópticas en función de la longitud de onda es importante para determinar la calidad de la radiación reflejada que influyen en la producción del cultivo de melón.

Los plásticos rojos mantienen temperaturas del suelo mas altas pero provocan mayores variaciones. Las temperaturas del suelo disminuyen a medida que el dosel de la planta cubre el plástico, pero siempre son 5 a 6°C mas altas que en suelo sin acolchar. Las temperaturas de la hoja mas altas son generadas por los acolchados rojo y negro, habiendo diferencias hasta de 4°C en relación al testigo. Las temperaturas mas altas en el polietileno se presentaron en el plástico negro-metalizado teniendo diferencias de hasta 28 °C con el testigo y de hasta 15 °C con el polietileno rojo en las horas mas calientes en las primeras dos fechas de muestreo.

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en rendimiento como consecuencia de las modificaciones del microambiente de la planta por efecto del acolchado de colores. Los tratamientos con acolchado rojo presentaron mayores rendimientos que el resto de los acolchados.

LITERATURA CITADA

- Burgueño, H. 1999. La Fertigación en Cultivos Hortícolas con Acolchado Plástico. Bursag S. A. de C. V. Horticultura Mexicana. 3: 28-54.
- Csizinszky, A. A., D. J. Schuster and J. B. Krink. 1995. Color mulches influence yield and insect pest populations in tomatoes. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 120 (5): 778-784.
- Decoteau, D. R., M. J. Kasperbauer and P. G. Hunt. 1990. Bell pepper plant development over mulches of diverse colors. HortScience 25 (4): 460-462.
- Ham, J. M., G. J. Kluitenberg and W. J. Lamont. 1993. Optical properties of plastic mulch affect the field temperature regime. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 118:188-193.
- Gabriel, E. L., H. Lotti, R. M. Benito and O. R. Larroque. 1994. Effect of mulch color on yield of fresh-market tomatoes (*Lycopersicon esculentum*). Acta Hort. 357: 243-250.
- Kaczperwski, M. P., W. H. Carlson and M. G. Karlsson. 1991. Growth and development of petunia x hybrida as a function of temperature and Irradiance. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116 (2): 232-237.
- Lamont Jr., W. J. 1993. Plastic mulches of production of vegetable crops. Hort Technology 3: 35-39
- Martínez F., R. 1997. Efecto del acolchado en la temperatura superficial del suelo y su relación en el desarrollo y rendimiento del cultivo del

PAGINAS WEB CONSULTADAS

- Benavides, A. 2002. Control Microambiental, Control Metabólico y Morfogénesis. <http://www.geocities.com/CapeCanaveral/Runway/8787plastfot.htm>
- Cantón, F. 2002. Fitocromo. <http://www.ciencias.uma.es/publicaciones/encuentro/ENCUENTROS62/pif.html>
- Hort.uconn. 2002. The use of different colored mulches for yield and earliness. <http://www.hort.uconn.edu/imp/veg/htms/colrmlch.htm>
- Merkasi, 2002. El cultivo de melón con cobertura plástica de suelo. <http://www.merkasi.com/docuagro/horti2.htm>.
- Orzolek, M. D. and I. Otjen, 2003. Is there a difference in red mulch?. Journal Article-Colored Mulch Trial. Center For Plasticulture. The Pennsylvania State University. <http://plasticulture.cas.psu.edu/RedMulch.htm>.
- Stephen, K. 2001. Solar Radiation availability for plant growth in Arizona controlled environment agriculture systems. University of Arizona. <http://www.ag.arizona.edu/ceac/research/archive/solar-radiation-kania.pdf>
- SAGARPA, 2003 <http://www.siea.sagarpa.gob.mx/InfOMer/analisis/anmelon.html>

Artículo 2

EFFECTOS DE LOS ACOLCHADOS DE SUELO FOTOSELECTIVOS EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE MELÓN (*Cucumis melo* L.)

EFFECTS OF THE FOTOSELECTIVE SOIL MULCHING IN THE YIELD OF MELON (*Cucumis melo* L.)

Francisco Torres Aguirre¹, Valentín Robledo T², Juan Munguía L^{3*},

Adalberto Benavides M², José Hernández D.²

¹Tesista del Programa de Postgrado en Horticultura de la UAAAN. Buenavista Saltillo, Coahuila., México. CP 25315. Tel. (84) 411-0332. ²Maestro – Investigador de Dpto. de Horticultura de la UAAAN. Buenavista Saltillo, Coahuila., México. ³Investigador Titular del Departamento de Agroplásticos del Centro de Investigación en Química Aplicada. Blvd. Enrique Reyna Herмосillo No 140. Apdo. Postal 379, Saltillo Coahuila., México. CP 25100.

RESUMEN

La producción de melón en México supera las 540,000 toneladas, y es de alta relevancia porque un porcentaje importante de esta cosecha se destina al mercado de exportación, el cual es cada vez más exigente, por lo tanto el uso de acolchados plásticos puede ser una buena alternativa para lograr mayor calidad y rendimiento. Por lo tanto el objetivo del presente trabajo fue

estudiar el efecto del uso de acolchados plásticos fotoselectivas sobre el rendimiento y componentes del rendimiento del melón (*Cucumis melo* L.).

Este trabajo fue establecido en junio del 2002 en el Campo Agrícola Experimental del Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA), usando un diseño experimental de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas, donde el factor A fueron los dos híbridos (a_1 = cruiser y a_2 = híbrido de larga vida de anaquel), y Factor B fueron los tratamientos de acolchado plástico con las películas fotoselectivas (b_1 = negro metalizado, b_2 = café, b_3 = rojo, b_4 = azul y b_5 = sin acolchado), en los diez tratamientos generados se estimaron los valores medios del diámetro polar (DPF) y ecuatorial de fruto (DEF), números de frutos por parcela (NFPP), peso de fruto por parcela (PFP) y rendimiento de fruto por hectárea (PTF).

Los resultados mostraron diferencias altamente significativas dentro del factor B para las variables PTF y NFPP, donde el acolchado de color rojo tuvo los rendimientos estadísticamente superiores. No se encontraron diferencias estadísticas significativas para las variables, DPF, DEF y PPF. De lo anterior se concluye que el uso de películas fotoselectivas influye favorablemente en los rendimientos del cultivo de melón e igualmente se puede concluir que de los componentes del rendimiento estudiados, el número de frutos por parcela fue la variable mas correlacionada con rendimiento.

Palabras clave: Componentes del rendimiento, películas fotoselectivas, acolchado plástico, híbridos.

SUMMARY

The melon production in Mexico overcomes the 540,000 tons, and it is of high relevance because an important percentage of this crop is dedicated to the export market. Therefore the use of plastic mulch can be a good alternative to achieve bigger quality and yield. Therefore the objective of the present work was to study the effect of the use of photoselective plastic mulch on the yield and yield components of the melon (*Cucumis melo* L.). This work was established in June of the 2002 in Center of Investigation in Applied Chemistry (CIQA), using an experimental design of blocks at random with arrangement in divided parcels, where the factor A were the hybrids (a_1 = cruiser and a_2 = hybrid of long life), and small plots or factor B the treatments with plastic mulch photoselective (b_1 = black metalized, b_2 = brown, b_3 = red, b_4 =blue and naked b_5 =no mulch), in the ten generated treatments they were considered the values means of the polar diameter (DPF) and equatorial of fruit (DEF), numbers of fruits for plot (NFPP), plot fruit weight (PPF) and fruit yield for hectare (PTF). The results showed highly significant differences in the factor B for the variable PTF and NFPP, where the mulch of red color had the yields statistically superiors. They were not significant statistical differences for the variables, DPF, DEF and PPF. Of the above-mentioned you concludes that the use of photoselective mulching it influences favorably in the yields of the melon cultivation and equally the components of the studied yield, the numbers of fruits for plots it was the variable most straight correlated with yield.

Key words: Components of the yield, photoselective films, mulch plastic, hybrids.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de melón en México juega un papel importante dentro de la horticultura debido a que ocupa el octavo lugar en superficie sembrada, y un porcentaje importante de la cosecha se destina al mercado de exportación, debido a que la época de cosecha se presenta en la que otros países competidores están fuera del mercado debido a su ubicación geográfica.

La superficie sembrada de melón en México en el 2002 supero las 23,000 hectáreas con rendimientos superiores a 543,000 toneladas y un rendimiento medio de aproximadamente 23 toneladas por hectárea, el cual es bajo pero puede incrementarse significativamente con el uso de una tecnología adecuada (SAGARPA, 2003).

El acolchado del suelo es una práctica que consiste en cubrir total o parcialmente los surcos o las áreas de siembra con bandas de plástico de diferente espesor y color. Tiene su origen en las labores culturales en las que se cubría el suelo agrícola, con paja o residuos vegetales con propósitos variados entre los que destacan la retención de humedad, protección para las bajas temperaturas y la erosión del suelo (Castaños, 1993). Los efectos conseguidos sobre los suelos acolchados con películas de plástico siempre son mayores que los que se logran con material de origen mineral o vegetal que se utilizaban en el pasado (Zapata *et al.*, 1989). Se ha demostrado que no solamente hay una respuesta favorable de los cultivos al medio ambiente creado bajo el suelo acolchado; el color del plástico puede influenciar al cultivo modificando la cantidad y calidad de luz reflejada por la superficie acolchada.

Esta luz reflejada puede afectar el crecimiento del cultivo así como también la incidencia de insectos sobre este (Burgueño, 1994).

Los investigadores han encontrado que el color del acolchado determina sus características de radiación y su efecto sobre el microclima cercano a la planta de legumbre. El color también determina la temperatura de la superficie del acolchado y la correspondiente temperatura del suelo bajo él. Mientras los primeros estudios se concentraron en tres colores: negro, blanco e incoloro transparente; trabajos recientes han incluido amarillo, azul, rojo, verde, anaranjado, gris y plateado. Las propiedades específicas difieren no sólo por el color, sino por el matiz del mismo (Aylsworth, 1997).

El uso de películas plásticas en la agricultura ha permitido mejorar la (una mejor) expresión del potencial genético de los cultivos de importancia económica que conlleva a ventajas inmediatas como la precocidad de la producción, aumento en el rendimiento y calidad del producto (Gabriel *et al.*, 1994) indicaron que el crecimiento en las plantas de tomate sobre el acolchado rojo y negro tenían mas flores en estado de desarrollo que en acolchado blanco. Las respuestas del melón en el acolchado verde o azul fuerte incrementaron en un promedio de 35% en la producción comercial de frutas sobre un periodo de tres años en comparación con el plástico negro (Orzolek, 1993). La producción de los cultivos hortícolas sobre acolchado plástico pueden variar según la región geográfica (Csizinszki *et al.*, 1995; Giacomelli *et al.*, 2000).

Estos y más reportes resaltan la importancia del color del plástico para acolchado de suelos y la influencia que tiene cada color de plástico en el suelo y la planta. Rodríguez (1991) indica que el acolchado plástico modifica algunas propiedades de los suelos incrementando la temperatura, modificando el pH y la velocidad de infiltración del agua, modificándose además la actividad microbiana del mismo, y con el acolchado se suprimen labores culturales como los deshierbes y los aporques. Estos factores influyen directamente sobre la zona radical logrando acelerar el crecimiento y aumentar la productividad de la planta de una manera importante así como proporcionar beneficios en la producción de cosechas tempranas, anticipando el inicio a recolección desde 3 hasta 28 días en promedio dependiendo del cultivo y de la estación de crecimiento, altos rendimientos de las partes económicamente importantes, e incrementando la producción desde un 20 hasta un 200% con respecto a los métodos convencionales de cultivo.

Actualmente se utilizan diferentes tipos de plásticos para el acolchado del suelo, en cuanto a grosor y el color, por ello es preciso que el productor antes de utilizarlos conozca los efectos de cada uno para tomar las decisiones más correctas en cuanto a su adquisición de acuerdo al cultivo que va a establecer (Gómez, 1994). Por lo tanto es recomendable seleccionar la mejor cubierta para acolchado para lograr máximos rendimientos de alta calidad, a fin de cumplir con las necesidades del mercado nacional y de exportación, el cual se ha vuelto más exigente al demandar un producto de alta calidad en cuanto a propiedades de inocuidad sanitaria, organolépticas y físicas. Por lo tanto el reto

en los próximos años, esta en producir una fruta de alta calidad y reducir al mínimo el volumen de desecho, por lo antes mencionado es de gran interés en realizar trabajos de investigación que permitan establecer en cada región que color de acolchado es el más adecuado para lograr altos estándares de calidad y rendimiento. Por lo tanto el objetivo del presente trabajo fue estudiar el comportamiento de dos híbridos de melón desarrollados sobre suelo con acolchados plásticos fotoselectivos así como definir que componente del rendimiento es más importante en la determinación del rendimiento total de fruto.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó durante el ciclo agrícola primavera-verano del año 2002, en el Campo Agrícola Experimental del Centro de Investigación en Química Aplicada y Laboratorios de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. En campo el cultivo se estableció bajo el diseño experimental de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas. Donde el factor A fueron dos híbridos de melón (a_1 = Cruiser y a_2 = Un híbrido Larga Vida de Anaquel (LVA)), y el factor B, cuatro colores de acolchado plástico (b_1 = negro metalizado, b_2 = café, b_3 = rojo, b_4 = azul y b_5 = suelo desnudo). Antes de la colocación de los polietilenos se instaló la cinta para el riego por goteo, y la siembra se realizó el día 16 de mayo del 2002, depositando dos semillas por golpe con una separación de 30 cm entre semillas y 5 cm de profundidad, 15 días después de la emergencia se aclareo, dejando una sola planta por golpe.

El experimento fue formado por cuatro repeticiones, y cada tratamiento estuvo constituido por tres camas de 1.8 m de ancho por 5 m de longitud, la parcela útil estuvo constituida por 15 plantas con competencia completa. La toma de datos de diámetro ecuatorial (DEF) y diámetro polar (DPF), número de frutos por parcela (NFPP), peso promedio de los frutos (PPFT), el peso total de frutos por parcela (PTFTPA), y rendimiento total (PTF) en toneladas por hectárea fueron llevadas al momento de la cosecha en cada uno de los cortes realizados, el peso de frutos por parcela se fue sumando en cada corte, igual que el número de frutos por parcela y el rendimiento total fue estimado con el peso total por parcela y con la superficie cosechada.

Una vez que se tuvieron los datos por tratamiento y por repetición se aplicaron los análisis de varianza correspondientes, en aquellos casos donde se encontraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos se aplicó una comparación de medias usando la prueba de rango múltiple de diferencia mínima significativa (DMS). Además se realizó un análisis de correlación a fin de identificar aquellas variables que influyen de una manera más importante sobre el rendimiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el análisis de varianza aplicado a cada una de las variables bajo estudio no se encontraron diferencias significativas entre híbridos por lo que se puede indicar que éstos genotipos tienen un comportamiento muy semejante. Aunque dentro del factor B o respuesta al uso de acolchado fotoselectivo si se encontraron diferencias altamente significativas en las variables número de frutos por parcela y rendimiento total de fruto, en el Cuadro 1 se presentan los cuadrados medios obtenidos en los análisis de varianza aplicados a cada variable.

En la variable número de frutos por parcela el color del acolchado plástico si influyo significativamente encontrando que el acolchado de color rojo fue donde se obtuvieron los máximos rendimientos con 35.25 frutos por parcela este tratamiento fue estadísticamente igual a los tratamientos con acolchado café (26.75) y azul (26.12) pero estadísticamente diferente del tratamiento con acolchado negro metalizado (24.37) y el control o suelo sin acolchado que tuvo el menor número de frutos por parcela (13.87).

La variable rendimiento total de fruto también fue afectada significativamente por los colores del acolchado plástico y fue el tratamiento con acolchado rojo el que presento el mayor rendimiento (42.84 ton·ha⁻¹) y fue estadísticamente igual al tratamiento con acolchado azul (36.38), pero diferente de los tratamientos con acolchado café (34.04 ton·ha⁻¹) el cual fue

estadísticamente al tratamiento con colchado negro metalizado ($32.10 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}$) y en último lugar quedo el tratamiento testigo o sin acolchado ($17.05 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}$).

Estos resultados coinciden con los trabajos realizados por (Decoteau *et al.*, 1986 y 1990). Donde los diferentes colores actúan como sistemas reguladores dentro de la planta, para influenciar el crecimiento y producción de hortalizas, así mismo trabajos realizados por Munguía (1989) en melón y Garcés (1989) en sandía, arrojaron resultados significativos en el incremento del numero de frutos. Los resultados encontrados en el presente trabajo coinciden con los trabajos realizados por Orzolek, (1995) donde el acolchado rojo ha sido mas efectivo para la producción, debido a que transmite una longitud de onda desde 0.800 a $0.825 \mu\text{m}$ favoreciendo la respuesta en la fotosíntesis, germinación y desarrollo vegetativo. Decoteau *et al.* (1986) indicaron que el crecimiento en las plantas de tomate desarrolladas sobre el acolchado rojo y negro tenían mas flores en estado de desarrollo que los demás acolchados.

Los resultados de este trabajo indican que el mayor número de frutos por planta puede ser consecuencia de un mayor cuajado de frutos probablemente por un ambiente más favorable para una mejor polinización, así como una mayor fotosíntesis que contribuyó a una mayor acumulación de fotosintatos, logrando frutos de mayor peso, resultante de una modificación

favorable en el espectro de la radiación fotosintéticamente activa, y por lo tanto se encontró una alta relación entre peso de fruto y rendimiento (Cuadro 1).

Cuadro 1.- Cuadros medios de los análisis de varianza realizados en cinco variables bajo estudio en el cultivo de melón con acolchado plástico.

Fuentes de variación	C U A D R A D O S M E D I O S				
	Diámetro ecuatorial	Diámetro polar	No. de frutos por parcela	Peso promedio de frutos	Peso total de frutos
Repeticiones	4.871 ns	26.289 ns	51.091 ns	2.220 ns	44.010 ns
Factor A	17.557 ns	17.161 ns	235.224 ns	0.024 ns	312.593 ns
Error A	26.722	11.888	114.758	0.011	37.828
Factor B	17.216 ns	10.003 ns	332.337 **	0.029 ns	726.306 **
Interacción	2.847 ns	2.981 ns	11.162 ns	0.019 ns	86.663 ns
AXB					
Error B	4.792	6.574	27.633	0.022	44.592
CV (%)			21.48		20.56

ns = no significativo, ** = significancia con $P \leq 0.01$.

De los resultados presentados en el Cuadro 2, se puede concluir que si se quieren lograr altos rendimientos es más importante buscar genotipos altamente prolíficos y en segundo lugar genotipos con frutos de mayor peso y el tamaño del fruto no es una característica que influya de manera importante hacia el rendimiento de frutos.

Cuadro 2. Coeficientes de correlación entre pares de variables en el cultivo de melón con acolchado plástico de colores

Variable	Diámetro polar	No. de frutos por parcela	Peso promedio de Fruto	Rendimiento total de fruto
Diámetro ecuatorial	0.9303**	0.6757*	0.3553ns	0.6177ns
Diámetro polar		0.6720*	0.3466ns	0.6075ns
No. De frutos P.			0.8340**	0.9746**
Peso prom. de fruto				0.8732**

P. – parcela, prom. – promedio

CONCLUSIONES

El uso de acolchado plástico de color rojo influye favorablemente en la producción de frutos y alto rendimiento total en el cultivo de melón. El tratamiento con acolchado rojo supero con 152% en rendimiento, al tratamiento sin acolchado plástico.

En la presente investigación se encontró que la variable número de frutos por parcela es la que contribuye de manera más importante para tener altos rendimientos totales.

LITERATURA CITADA

- Aylsworth, D. J. 1997. Novedades sobre plásticos. Productores de Hortalizas. Pp. 26 - 28.
- Burgueño, H. 1994. La fertigación en cultivos hortícolas con acolchado plástico. Cuarta ed., Talleres fotolitográficos de Impre-Jal, Guadalajara, Jal, México. Pp. 44-45.
- Castaños C., M. 1993. Horticultura: Manejo Simplificado. Primera edición. Universidad Autónoma de Chapingo. Dirección general del patronato universitario, Chapingo, México. Pp. 241-243
- Csizinszky, A. A., D. J. Schuster, and J. B. Krink. 1995. Color mulches influence yield and insect pest populations in tomatoes. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 120 (5): 778-784.
- Decoteau, D. R., M.J. Kasperbauer, D. D. Daniels and P.G. Hunt. 1986. Colored plastic mulches and tomatoes morphogenesis. Proc. Natl. Arg. Plastics Congr. 19: 240-248.
- Decoteau, D. R., M. J. Kasperbauer and P. G. Hunt. 1990. Bell pepper plant development over mulches of diverse colors. HortScience 25 (4): 460-462.

- Gabriel, E. L., H. Lotti, R. M. Benito and O. R. Larroque. 1994. Effect of mulch color on yield of fresh-market tomatoes (*Lycopersicon esculentum*). Acta Hortic. 357: 243-250.
- Garcés, R. 1989. Aplicación de éter y ácidos giberélicos para alterar la expresión sexual e incrementar producción en sandía (*Citrullus vulgaris* var. callsweet). Valle del Yaqui, Son. Tesis de Licenciatura. Instituto Tecnológico de Sonora.
- Giacomelli, G.A., S. A. Garrison, M. Jenson, D. R. Mears, J. W. Paterson, W. J. Roberts and O. S. Wells. 2000. Advances off technologies 1977-2000. p. 54-69. Pros. 15th Intl. Congr. Plastics Agr. And 29th Natl. Agr. Plastics Congr.
- Gómez R., F. 1994. Efecto de Películas Plásticas Foselectivas para Acolchado del Suelo en Calabacita (*Cucurbita pepo* L.), Cv. Zucchini Gray. Tesis de Licenciatura. Ingeniero Agrónomo en Horticultura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México.
- Munguía, A. 1989. Aplicación de éter (ácido 2-cloroetilfosfonico) y Activol (ácido giberélico AG₃) para alterar la expresión sexual e incrementar la producción de melón cantaloupe (*Cucumis melo* L.) cv Easy Ryder, en al Valle del Yaqui, Son. Ciclo Otoño-invierno 1988-1989. Tesis de Licenciatura. Instituto Tecnológico de Sonora.

Orzolek, M. D. 1993. The effect of colored polyethylene mulch on the yield of squash and pepper. Proc. Natl. Agr. Plastic Congr. 24: 157-161.

Orzolek M. D. 1995. Is there a difference in red mulch?. Proc. Natl. Agr. Plastic Congr. 26: 120-126.

Rodríguez, A. 1991. Acolchado de suelos con películas de plástico. Editorial Limusa, 1^a. Edición. México.

Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA, 2003). Principales productores del melón en el ámbito nacional.

Zapata, M., P. Cabrera, S. Bañon, P. Roth. 1989. El melón. Ediciones Mundi Prensa. España. 174 p.

CONCLUSIONES GENERALES

Los acolchados rojos presentaron mejores resultados que los acolchados café, negro-metalizado y el testigo. El comportamiento del rendimiento en $\text{ton}\cdot\text{ha}^{-1}$, de los híbridos, fue diferente por efectos del acolchado plástico a las modificaciones de la radiación reflejada. El acolchado negro-metalizado acumula mayor cantidad de radiación reflejada en $\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}$ durante el ciclo de cultivo del melón que los acolchados rojo y azul.

Caracterizar las propiedades ópticas en función de la longitud de onda es importante para determinar la calidad de la radiación reflejada que influya en la producción de cultivos.

Los plásticos rojos mantienen temperaturas del suelo mas altas pero provocan mayores fluctuaciones. Las temperaturas del suelo disminuyen a medida que el cultivo alcanza cobertura efectiva en el plástico, pero siempre son de 5 a 6°C mas altas que en suelo sin acolchar.

Las temperaturas más altas de la hoja se presentaron en los acolchados rojo y negro, habiendo diferencias de hasta 4°C en relación al testigo. Las temperaturas mas altas del polietileno se presentaron en el plástico negro

teniendo diferencias de hasta 28 °C con el testigo y de hasta 15 con el polietileno rojo en las horas mas calientes de las primeras dos fechas de muestreo.

Diferentes colores del acolchado plástico crean un microambiente para las plantas que pueden ser específicos para cada cultivo. El tratamiento con acolchado rojo supero en rendimiento al tratamiento sin acolchado plástico, en 152 por ciento.

LITERATURA CITADA

- Aylsworth, D. J. 1997. Novedades sobre plásticos. Productores de Hortalizas. Pp. 26 - 28.
- Burgueño, H. 1994. La fertigación en cultivos hortícolas con acolchado plástico. 4ª ed., Talleres fotolitográficos de Impre-Jal, Guadalajara, Jal, México. Pp. 44-45.
- Burgueño, H. 1999. La Fertigación en Cultivos Hortícolas con Acolchado Plástico. Bursag S. A. de C. V. Horticultura mexicana. 3: 28-54.
- Castaños C., M. 1993. Horticultura: Manejo Simplificado. 1ª edición. Universidad Autónoma de Chapingo. Dirección general del patronato universitario, Chapingo, México. Pp. 241-243
- Csizinszky, A. A., D.J. Schuster and J.B. Krink. 1995. Color mulches influence yield and insect pest populations in tomatoes. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 120 (5): 778-784.
- Decoteau, D. R., M. J. Kasperbauer and P. G. Hunt. 1990. Bell pepper plant development over mulches of diverse colors. HortScience 25 (4): 460-462.
- Decoteau, D. R., M. J. Kasperbauer, D. D. Daniels and P.G. Hunt. 1986. Colored plastic mulches and tomatoes morphogenesis. Proc. Natl. Arg. Plastics Congr. 19: 240-248.

- Esparza H., R. 1988. Características cualitativas de los genotipos de melón (*Cucumis melo* L.) en la Comarca Lagunera. Tesis Ingeniero Agrónomo. UAAAN. Torreón, Coahuila, México. Pp. 5 - 37.
- Espinoza A., J. J. 1987. Análisis de la producción y exportación del melón mexicano. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. México. 111 p.
- Gabriel, E. L., H. Lotti, R. M. Benito and O. R. Larroque. 1994. Effect of mulch color on yield of fresh-market tomatoes (*Lycopersicon esculentum*). Acta Hortic. 357: 243-250.
- Garcés, R. 1989. Aplicación de éter y ácidos giberélicos para alterar la expresión sexual e incrementar producción en sandía (*Citrullus vulgaris* var. callsweet). Valle del Yaqui, Son. Tesis de Licenciatura. Instituto Tecnológico de Sonora.
- García V., M. A. C. 1994. Desarrollo y rendimiento del cultivo del melón (*Cucumis melo* L.) híbrido "Laguna" con diferentes tratamientos acolchados fotodegradables. Tesis Ingeniero Agrónomo. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. Pp. 7 - 8.
- Giacomelli, G. A., S. A. Garrison, M. Jenson, D. R. Mears, J. W. Paterson, W. J. Roberts and O. S. Wells. 2000. Advances off technologies 1977-2000. Pp. 54-69. Pros. 15th Intl. Congr. Plastics Agr. And 29th Natl. Agr. Plastics Congr.
- Gómez R., F. 1994. Efecto de Películas Plásticas Foselectivas para Acolchado del Suelo en Calabacita (*Cucurbita pepo* L.), Cv. Zucchini Gray. Tesis de Licenciatura. Ingeniero Agrónomo en

Horticultura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México.

Ham, J. M., G. J. Kluitenberg and W.J. Lamont. 1993. Optical properties of plastic mulch affect the field temperature regime. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 118:188-193.

Hernández B., M. A. 1992. Análisis de las variables técnicas y de mercadeo a considerar en la exportación de melón de la Comarca Lagunera. Tesis Ingeniero Agrónomo. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. Pp. 7-9.

Ibarra J., L. 1997. Acolchado de suelos. *In: Curso Nacional de Plásticos en la Agricultura.* UAAAN - CIQA. Saltillo, Coahuila, México.

Kaczperski, M.P., W. H. Carlson and M.G. Karlsson. 1991. Growth and development of petunia x hybrida as a function of temperature and Irradiance. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 116 (2): 232-237.

Lamont Jr., W. J. 1993. Plastic mulches of production of vegetable crops. *Hort Technology.* 3: 35-39

Leñano, F. 1978. Hortalizas de fruto, Cómo?, Cuándo?, Donde? Manual del Cultivo Maduro. Traducción de Suizo. Editorial Vecchi. Barcelona, España. 223 p.

Lira S., H. 1994. Fisiología Vegetal. Primera Edición, Editorial Trillas, S. A. De C. V. México, D. F. PAGINAS

Loy, B. and O. Wells. 1990. Effects of IRT mulches on soil temperature early vegetative development and weed growth. *Proc. Natl. Plastic. Congress.* 22: 19-27. Montreal, Quebec, Canadá.

Maroto, B. J. V. 1989. Horticultura Herbácea Especial. Ediciones Mundi – prensa. 3ª ed. revisada y ampliada. Impresa en España.

PAGINAS

Martínez F., R. 1997. Efecto del acolchado en la temperatura superficial del suelo y su relación en el desarrollo y rendimiento del cultivo del melón (*Cucumis melo L.*). Tesis de maestría, UAAAN. Saltillo, Coah.

Moreno A., L. E. 1990. Control de malezas con herbicidas en melón en la comarca lagunera. 1er. Día del melonero, INIFAP. SARH. Pp 1-2. México.

Munguía, J. y R. Quezada. 2000. Relationship between the changes in the energy balance components and the muskmelon stomatal resistance under plastic mulch conditions. Proc. of 15th International Congress for Plastics in Agriculture and the 29th National Agr. Plastics Congr. Sept. 23-27. Pennsylvania, U.S.A.

Munguía, A. 1989. Aplicación de éter (ácido 2-cloroetilfosfonico) y Activol (ácido giberélico AG₃) para alterar la expresión sexual e incrementar la producción de melón cantaloupe (*Cucumis melo L.*) cv Easy Ryder, en al Valle del Yaqui, Son. Ciclo Otoño-invierno 1988-1989. Tesis de Licenciatura. Instituto Tecnológico de Sonora.

Muñoz V., G. 1995. Transplante de melón (*Cucumis melo L.*) en diferentes etapas de desarrollo. Tesis Ingeniero Agrónomo. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. 45 p.

- Rodríguez, A. 1991. Acolchado de suelos con películas de plástico. Editorial Limusa, 1ª. Edición. México. PAGINAS
- Orzolek, M. D., J. Murphy and J. Ciardi. 1993. The effect of colored polyethylene mulch on the yield of squash, tomato and cauliflower. The Pennsylvania State University. Proc. Nat. Ag. Plastics Cong. 24: 157-161.
- Orzolek, M. D. 1993. The effect of colored polyethylene mulch on the yield of squash and pepper. Proc. Natl. Agr. Plastic Congr. 24: 157-161.
- Orzolek, M. D. 1995. Is there a difference in red mulch?. Proc. Natl. Agr. Plastic Congr. 26: 120-126.
- Papaseit, P. J.; J. Badiola, y Armengol. 1997, Los Plásticos y la Agricultura. Ediciones de Horticultura, S. L. España. 204 p.
- Robledo de P., F. y L. M. Vicente. 1988. Aplicaciones de los Plásticos en la Agricultura. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. PAGINAS
- Salisbury, B.F y C.W Ross 1994 Fisiología Vegetal. Ed. Grupo Editorial Iberoamericano. México. 758 p.
- Salvat, 1972. Diccionario Enciclopédico. Salvat. Ed. Barcelona. España. Tomo 8. Pp. 2187 .
- Sarita, V. 1991. Cultivo de Hortalizas en Trópicos y Subtrópicos. Santo Domingo, República Dominicana. Editora Corripio. 622 p.
- Splittoesser, W. E and J. E. Brown, 1991. Current changes in plasticulture for crop production. Proc. Natl. agric. Plastics. Congress. 23: 241-251. Alabama University. Mobile, Alabama.

- Taber, H. G. y B. C. Smith. 2000. Effect of red plastic mulch on early tomato production. J. of Hort. Sci. PAGINAS
- Tiscornia, J. R. 1983. Hortalizas de Fruto. 1ª ed. Editorial Albatros, Buenos Aires, República de Argentina. Pp. 105 - 118.
- Zapata, M., P. Cabrera, S. Bañon, P. Roth. 1989. El melón. Ediciones Mundi Prensa. España. 174 p.
- Valadez L., A. 1997. Producción de Hortalizas. Sexta reimpresión. Editorial LIMUSA, S.A. de C.V. Grupo Noriega editores, México, D.F. p. 245

PAGINAS WEB CONSULTADAS

- <http://www.geocities.com/CapeCanaveral/Runway/8787plastfot.htm>.
- <http://www.ciencias.uma.es/publicacionesENUENTROS62/pif.html>.
- <http://www.clemson.edu/hort/sctop/photomor/photo.htm>.
- <http://www.agroterra.com/profesionales/articulos.asp?IdArticulo=180>
- <http://www.hort.uconn.edu/imp/veg/htms/colrmlch.htm>
- http://www.ediho.es/horticom/tem_aut/plastic/laminas.html
- <http://www.merkasi.com/docuagro/horti2.htm>.
- <http://www.gro.itesm.mx/extensivos/DaacolchadoGeneralidades.html>
- <http://www.estone.net/agmulch/ref5.html>.
- <http://www.siea.sagarpa.gob.mx/InfOMer/analisis/anmelon.html>
- <http://www.ag.arizona.edu/ceac/research/archive/solar-radiation-ania>.
- <http://www.agenet.org/library/article/eb332.html>.
- <http://www.tpagro.com/textos/acolchamiento.htm>.