

EVALUACIÓN DE PELÍCULAS FOTOSELECTIVAS EN EL CULTIVO DE
MELÓN (*Cucumis melo* L.) EN LA COMARCA LAGUNERA

HÉCTOR ZERMEÑO GONZÁLEZ

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL
GRADO DE

DOCTOR EN CIENCIAS AGRARIAS



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

Unidad Laguna
Dirección de postgrado

Asesor Principal: Dr. Esteban Favela Chávez

Torreón, Coahuila, México

JUNIO 2009

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO

DIRECCIÓN DE POSTGRADO

EVALUACIÓN DE PELÍCULAS FOTOSELECTIVAS EN EL CULTIVO DE
MELÓN (*Cucumis melo* L.) EN LA COMARCA LAGUNERA

TESIS

HÉCTOR ZERMEÑO GONZÁLEZ

Elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría y aprobada
como requisito parcial para obtener el grado de:

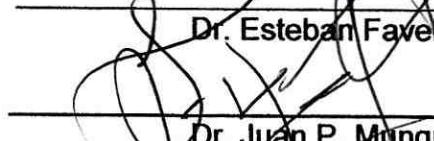
DOCTOR EN CIENCIAS AGRARIAS

Comité Particular

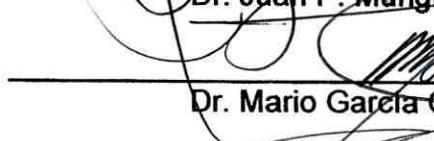
Asesor principal


Dr. Esteban Favela Chávez

Asesor


Dr. Juan P. Munguía López

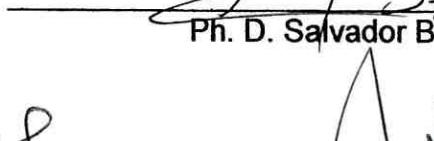
Asesor


Dr. Mario García Garrillo

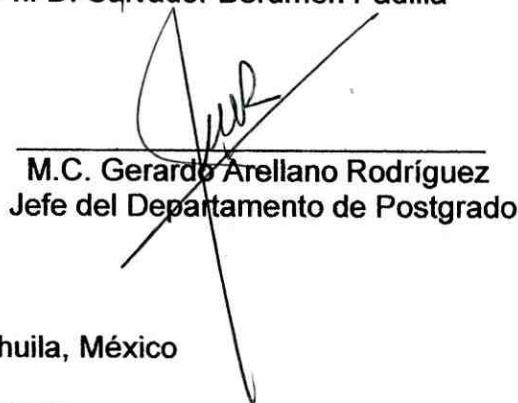
Asesor


Ph. D. Vicente de Paúl Álvarez Reyna

Asesor


Ph. D. Salvador Berúmen Padilla


Dr. Jerónimo Landeros Flores
Director de Postgrado


M.C. Gerardo Arellano Rodríguez
Jefe del Departamento de Postgrado

Torreón, Coahuila, México

JUNIO 2009

AGRADECIMIENTOS

A la Dirección General de Estudios Superiores Tecnológicos, por su apoyo para la realización de los estudios de doctorado. Gracias a todos.

Al Instituto Tecnológico de Torreón, Coahuila, por brindarme la oportunidad y darme el apoyo para realizar los estudios de doctorado.

Al postgrado de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, por aceptarme para realizar los estudios de doctorado.

Al Consejo Nacional De Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el apoyo económico para realizar los estudios de postgrado. Gracias a todos.

Al Centro de Investigación en Química Aplicada de Saltillo, Coahuila, por facilitarme el equipo y asesoría para la realización de la Investigación, en especial al Dr. Munguía. Gracias a todos.

A la Empresa Industrias Culiacán, S.A de C.V en especial a la Ing. María Isabel Rodríguez Ceballos por el apoyo de los plásticos utilizados en la investigación.

Al Dr. Esteban Favela Chávez, por aceptar ser mi asesor principal y confiar totalmente en mí y por sus aportaciones en la revisión del escrito final de tesis.

Al Dr. Juan P. Munguía López, por todo el apoyo y asesoría técnica científica para llevar a cabo la investigación, que sin su ayuda no hubiera sido posible haber realizado este estudio. Mil gracias doctor

Al Dr. Mario García Carrillo, por su valiosa amistad y revisión final del escrito de tesis.

Al Ph. D Vicente de Paúl Álvarez Reyna, por su asesoría y revisión final del escrito de tesis.

Al Ph. D Salvador Berúmen Padilla, por sus sugerencias y revisión final del escrito de tesis.

Al M.C Gerardo Arellano Rodríguez, por su valiosa amistad y apoyo que siempre nos ofrece en forma desinteresada. Gracias Arellano.

A nuestra secretaria de postgrado María Esther Peña Revueltas, por su apoyo otorgado durante el tiempo que estuve en el postgrado. Gracias Esther

A todos mis compañeros de postgrado en especial a Cesar Guerrero Guerrero y J. Guadalupe Luna Ortega, por su valiosa y desinteresada amistad.

Al Sr. Fidencio Rodríguez Pérez propietario de la pequeña propiedad las Playas, por su valioso apoyo para realizar el trabajo de campo. Gracias Don Fidencio.

DEDICATORIA

Con un cariño muy especial a la memoria de mi padre Alejandro Zermeño García, le dedico con mucha satisfacción todos los logros obtenidos, por sus valiosos consejos que siempre los recuerdo y por haberme siempre orientado a realizar todos mis estudios. Gracias papá.

A mi madre Tomaza González Ruvalcaba, por toda su dedicación hacia mí, su paciencia y apoyo para realizar todos mis estudios. Gracias mamá.

A mis hermanos Alejandro, Mauricio, Sergio y Wilfredo, por la unión que nos une. Gracias a todos.

A mis compañeros de trabajo, José Luís Barrientos, Víctor Manuel Marín y Martha Angélica González, por su gran apoyo incondicional.

A mis amigos, Juan Carlos Valenzuela y Luz Elena Silva, por nuestra valiosa amistad. Gracias

ÍNDICE

COMPENDIO	vi
ABSTRACT	viii
1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 Hipótesis.....	4
1.2 Objetivo.....	5
2 REVISIÓN DE LITERATURA	6
2.1 Generalidades de la luz.....	6
2.2 Efectos de la luz en la planta	7
2.3 Plasticultura	8
2.4 Acolchado plástico... ..	9
2.4.1 Generalidades.....	9
2.4.2 Características del acolchado plástico.....	10
2.4.3 Acolchado plástico utilizado	12
2.4.4 Acolchado plástico en la Comarca Lagunera	13
2.4.5 Acolchado plástico de color	13
2.5 Efecto del acolchado plástico	15
2.5.1 Reflexión de los plásticos	15
2.5.2 Temperatura del suelo.....	20
2.5.3 Variables agronómicas	25
2.5.4 Rendimiento de los cultivos	28
 ARTÍCULO 1 ACOLCHADO PLÁSTICO FOTOSELECTIVO Y RADIACIÓN FOTOSINTÉTICAMENTE ACTIVA EN EL CULTIVO DE MELÓN	 32

	ARTÍCULO 2 TEMPERATURA DEL PERFIL SUPERIOR DEL SUELO CON ACOLCHADO PLÁSTICO FOTOSELECTIVO EN EL CULTIVO DE MELÓN.....	46
3	LITERATURA CITADA GENERAL.....	59
4	APÉNDICE.....	72
	Anexo 1 Carta de recepción Revista Horticultura Chapingo	73
	Anexo 2 Carta de recepción Revista Horticultura Chapingo	74

COMPENDIO

EVALUACIÓN DE PELÍCULAS FOTOSELECTIVAS EN EL CULTIVO DE MELÓN (*Cucumis melo* L.) EN LA COMARCA LAGUNERA

Por

Héctor Zermeño González

Asesor Principal: Dr. Esteban Favela Chávez

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO Unidad Laguna

Torreón, Coahuila de Zaragoza, México. Junio de 2009

En el primer lustro de la década, la producción de hortalizas en el país creció 50 por ciento, al pasar de 5 millones 776 mil toneladas cosechadas en el periodo 1990-1994 a 8 millones 678 mil. Reportes de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) señalan que la producción mexicana de hortalizas ha presentado tendencias de crecimientos superiores a lo que reporta el resto de las naciones, al aumentar su ritmo promedio anual en 4.9 por ciento, mientras que a escala internacional se dio en 3.8 por ciento. La producción de frutas también mostró una tendencia creciente en los mercados internos y de exportación. De acuerdo con la FAO, de 1994 a 2004 la producción mundial de frutas creció a una tasa de 2.5 por ciento promedio, mientras que la de México fue de 2.6 por ciento anual. Mediante el uso de acolchados plásticos en combinación con riego por goteo también a aumentado considerablemente la producción de hortalizas en México y en el mundo, esto debido a que se hace un uso más eficiente de los recursos. El acolchado de suelo es la técnica más extendida de la plasticultura, para ahorrar

agua, obtener cosechas más precoces y mayores y de mejor calidad, estos filmes plásticos proporcionan ventajas como: mantener la humedad del suelo, mejorar las condiciones térmicas del sistema radical, inducir la radiación fotosintéticamente activa, evitar el contacto entre fruto y suelo, proteger la formación de frutos, reducir el lavado de nutrimentos del suelo y evitar el crecimiento de malas hierbas. Se realizó un experimento en el cultivo de melón (*Cucumis melo* L.), en la pequeña propiedad llamada las Playas del municipio de Gómez Palacio, Dgo., durante el ciclo agrícola otoño – invierno del año 2006, con la finalidad de evaluar la radiación fotosintéticamente activa (PAR) y temperatura del perfil superior del suelo. Se evaluaron cinco colores de acolchado plástico al suelo: T1 = acolchado blanco, T2 = acolchado negro, T3 = acolchado café, T4 = acolchado azul y T5 = acolchado verde. La mayor PAR al inicio del experimento la proporciona el acolchado blanco, la mayor PAR durante el periodo de evaluación y la mayor temperatura del perfil superior del suelo, así como el mayor rendimiento total y mejor calidad del fruto de melón se obtuvo con el acolchado plástico de color azul.

Palabras clave. *Cucumis melo* L, Acolchado plástico, Radiación fotosintéticamente activa, Temperatura del suelo.

ABSTRACT

EVALUATION OF PHOTOSELECTIVE PLASTIC MULCHES IN WATERMELON (*Cucumis melo* L.) IN LA COMARCA LAGUNERA

By

Héctor Zermeño González

Advisor: Dr. Esteban Favela-Chavez

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO Unidad Laguna
Torreón, Coahuila de Zaragoza, México. Jun 2009**

In the first lustrum of the decade, the yield of vegetables production in the country increased fifty percentage, passed by 5 million 776 thousands to 8 millions 678 thousand tons harvested in the 1990-1994 period. The reports of the United Nations (UN) for the Food and Agriculture Organization (FAO), pointed out that the Mexican vegetables production has been presented tendencies of growth higher than those reported by the remainder nations. The Mexican production increased its annual average percentage to 4.9 while the international was 3.8 percentage. The fruit yield also showed an increase tendency in the internal markets and exportation. According to the FAO's statistics, the rate of the fruit world production increased 2.5 percentage, while the Mexico production was 2.6 percentage from 1994 to 2004. The vegetal production in Mexico and the world was also increased considerably by the use of plastic mulches in conjunction with drip irrigation due to the efficiently use of the resources. The soil mulch is the most extended plasticulture technique to save water, earlier harvest, better quality fruit and higher yields. These plastic

films gave some advantages such as keep the soil moisture, improve the thermic conditions of the root system, induce the photosynthetically active radiation (PAR), decrease the nutrients leaching of the soil, and prevent the weed growth. A research was conducted in watermelon (*Cucumis melo* L.) crop in a farm known as "Las Playas" located in Bermejillo, Durango, Mexico, during the 2006 fall-winter growing season to evaluate the PAR and the temperature of the top soil profile. Five colors of plastic mulches were probed with six replications per treatment. The treatments were: 1) white, 2) black, 3) brown, 4) blue, and 5) green mulches. The results shown that the white mulch gave the high PAR at the beginning of the experiment, while the blue mulch got the high PAR, soil profile temperature, total yield and the best quality of the watermelon fruit during the evaluation.

Key words: *Cucumis melo* L., plastic mulch, photosynthetically active radiation, soil temperature.

1 INTRODUCCIÓN

La escasez de alimentos y cambios acelerados del ecosistema a nivel mundial, ha originado que se implementen nuevas alternativas para tener mejores producciones y más eficientes, considerando no elevar los costos de producción. Estas tecnologías pueden mejorar el microambiente de la planta y del suelo, para que el cultivo tenga un mejor y más rápido crecimiento y desarrollo que trae como consecuencia mayor precocidad (Decoteau, *et al.*, 1988).

El melón es una de las hortalizas de mayor importancia en México. La superficie ocupada por este cultivo a nivel nacional es de 38,446 ha anuales, con una media nacional de rendimiento de 15.2 t ha⁻¹, siendo los estados más importantes por superficie sembrada Sonora, Michoacán, Coahuila, Colima y Durango (Claridades Agropecuarias, 2000).

La Comarca Lagunera comprende parte de los estados de Coahuila y Durango. Región ecológica, donde las condiciones de clima, suelo y disponibilidad de agua permiten la explotación de una amplia gama de cultivos, donde destacan las hortalizas y entre ellas el melón, que es el de mayor importancia, no solo por la superficie dedicada a su explotación sino también por los ingresos que genera para la población rural, seguida de la sandía, chile verde y tomate rojo (Cano, 1991; Espinoza, 1991).

En la producción mundial, durante los últimos diez años (1992-2001) se han distinguido cinco países como los principales productores de melón: China, Turquía, Estados Unidos, España e Irán, los cuales conjuntamente representan el 60% de la producción mundial (SAGARPA, 2002). Según datos de la FAO, la

producción mundial de melón se ubicó, en 2001, en 21.3 millones de toneladas, ubicándose 3.9% por arriba del nivel alcanzado en el 2000 (20.5 millones de toneladas). Los principales países consumidores de la hortaliza son Estados Unidos, Reino Unido, Canadá, Alemania y Holanda, cuyas importaciones representan aproximadamente 67% del total mundial, mientras que entre los principales abastecedores de melones, destacan España, México, Estados Unidos, Costa Rica y Honduras, cuyas ventas externas en conjunto durante el período de 1991 a 2000, representaron alrededor del 64%. Aunque México no figura entre los cinco países más importantes en la producción de melón, el melón mexicano ha mantenido su importancia en el mercado internacional por su alta calidad y producción. Es el tercer producto agrícola en captación de divisas por exportación (SAGARPA, 2002).

El acolchado en México en el año de 1965 fue de 5,600 ha, posteriormente para el año 1996 paso a 35,000 ha, y 40,000 ha para el año 2000. Los principales productos hortícolas acolchados han sido, pepino y berenjena con 33% calabacita y melón con 24%, pimiento con 28%, espárragos, sandía y tomate 16 y 14% y 22 %, respectivamente. En el mundo se cultivan 3'354,000 ha con acolchado lo que representa la mayor superficie con respecto a las cubiertas flotantes, túneles bajos, túneles altos, e invernaderos de plástico, cuya superficie fue de 47,300, 28,800, 30,800 y 229,000 ha, respectivamente (De Santiago y Randolph, 1996).

El 35% de los productores ubicados en la Comarca Lagunera, utilizan acolchado plástico en el cultivo de melón. En los municipios de Matamoros y Viesca, donde se registran las siembras más tempranas, el 82% de los productores usan acolchado, en los municipios de de San Pedro y Tlahualilo no

usan acolchado y en Mapimí solamente el 30% de los productores usan acolchado (Espinoza, *et al.*, 2003)

El uso de acolchado plástico ha traído consigo un incremento en los rendimientos del cultivo y mayor calidad de las cosechas. Sin embargo, se ha encontrado que el uso de acolchados de colores influye en el rendimiento y calidad del fruto en diversos cultivos, actualmente existe poca información, respecto al impacto del uso del acolchado de color en el desarrollo y rendimiento de los cultivos. Es importante conocer el comportamiento de los diferentes colores de acolchado, ya que cubiertas como los acolchados transparentes y negros tienen importantes beneficios en los cultivos (Robledo y Martín, 1988).

Las modificaciones de las actividades fisiológicas como son la fotosíntesis, apertura estomática, respiración, crecimiento y número de órganos vegetativos o reproductivos y el reparto selectivo de la biomasa entre distintos órganos de la planta son fuertemente modificadas por la temperatura, radiación incidente y reflejada según el acolchado (Ibarra y Rodríguez, 1991).

En acolchado, especialmente de color determina la distribución de energía que llega al suelo, debido a las propiedades reflectoras de cada uno de ellos como consecuencia de la radiación de onda corta que llega a la superficie del plástico que es absorbida, transmitida o reflejada, dependiendo del color del plástico, lo anterior, crea diferentes condiciones de temperatura de suelo. Se ha demostrado ampliamente que el acolchado plástico incrementa la temperatura del perfil superior del suelo, reduce la pérdida del vapor del agua que se origina con la evaporación del agua del suelo y reduce la incidencia de maleza (Compean, 2001; Li, *et al.*, 1999; Munguía, *et al.*, 1998; Zermeño, *et al.*, 1998.), lo que induce

precocidad, incrementa rendimiento y calidad de la cosecha (Ibarra y Rodríguez, 1991; Ibarra y Díaz, 2001; Kasperbauer, 2000). Recientemente se ha desarrollado acolchado plástico de diferentes colores, espesores y formulaciones que pueden tener diferentes efectos en la temperatura del perfil superior del suelo y en las propiedades espectrales de la radiación reflejada, que pueden afectar el desarrollo y rendimiento de las plantas (Decoteaou, *et al.*, 1988). La decisión en la elección del color del plástico se ha basado en los efectos de estos sobre la temperatura del suelo y control de maleza, así, el negro y transparente se utilizan para calentar más el suelo en períodos tempranos y regiones más frías, el blanco y metalizado se usan más en período de verano y regiones más cálidas para evitar un sobrecalentamiento del suelo, mientras que el negro y metalizado o blanco coextruido son seleccionados también para controlar el desarrollo de malezas (Kasperbauer, 1999; Lamont, 1993; Quezada, *et al.*, 2003).

1.1 HIPÓTESIS

Diferentes colores de luz reflejada afectan el cultivo de melón en sus diferentes etapas fenológicas de crecimiento.

Diferentes temperaturas del perfil superior del suelo afectan el cultivo de melón en su etapa fonológica del crecimiento inicial.

1.2 OBJETIVO

Evaluar la radiación fotosintéticamente activa por efecto de los diferentes colores de acolchado plástico en las diferentes etapas fonológicas del cultivo de melón.

Evaluar la temperatura del perfil superior del suelo por efecto de los diferentes colores de acolchado plástico en la etapa fonológica del crecimiento inicial del cultivo de melón.

2 REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Generalidades de la luz

La luz es una forma de energía radiante de una porción del espectro electromagnético que es dividido en unidades de longitud de onda y frecuencia. Dentro de la fotobiología de la planta, la luz se categoriza en longitudes de onda cuyas unidades son los nanómetros y la energía que se mide en fotones o quantum. La distribución de la calidad de la luz es la descomposición de la energía radiante en sus componentes de longitudes de onda, los cuales permiten la referencia específica a una sección del espectro electromagnético; por ejemplo la radiación fotosintéticamente activa (PAR) que es la cantidad de energía utilizada por las plantas para la fotosíntesis, donde se lleva a cabo la conversión de la energía lumínica a energía química para el desarrollo de la biomasa y puede ser definida como las unidades cuánticas de energía lumínica, expresado como el número de fotones de luz recibida sobre una unidad de área y tiempo . Un foton 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 y está integrada por un rango espectral (longitudes de onda) de 400 a 700 nm (Decoteau y Friend, 1991). Los colores de los objetos se deben al tipo de luz que reflejan. Un objeto azul lo es porque refleja las longitudes de onda correspondientes al azul mientras retiene otro tipo de longitudes. El color de un material, depende de la longitud de onda que refleja, un objeto es verde por el tipo de longitud de onda que refleja. Por lo tanto dentro de un invernadero se puede manejar la calidad de la luz, empleando diferente color de película plástica como cubrimiento (Serrano, 1994; Halfacre y Barden, 1984).

2.2 Efectos de la luz en la planta

En fotobiología de plantas, la luz es generalmente categorizada en longitud de onda (nm) y energía (fotones o quantum) (Decoteau y Friend, 1991). La luz es esencial para el crecimiento normal de la planta, porque ésta provee energía para fotosíntesis y muchas de las señales ambientales que regulan el desarrollo de las plantas por ser muy sensibles al color de la luz que reciben las hojas por efecto de la energía solar incidente y reflejadas por las diferentes superficies (Weiss, 1995).

Los principales fenómenos fisiológicos ocurren cuando las plantas son afectadas por diferentes tipos de longitudes de ondas luminosas. Así, el proceso de fotosíntesis se activa, con diferentes intensidades, en presencia de la luz azul – verde – amarillo – naranja – rojo, comprendida entre los 400 a 700 nm. El fototropismo, fenómeno que consiste en el crecimiento de los vegetales orientándose hacia la luz, ocurre entre los 400 a 490 nm, que corresponde al color azul, mientras que longitudes del orden de los 660 a los 800 nm inhiben la germinación de la semilla, por ello no es apropiado que se empleen colores rojos como cubiertas en las camas de germinación. La germinación en algunas especies ocurre con mayor facilidad en el color amarillo y naranja, entre los 540 a 680 nm de longitud de onda. La influencia de la porción ultravioleta del espectro en las plantas está poco estudiada, si bien es importante porque elimina muchos microorganismos e influye en el poder de germinación y la calidad de las semillas (Halfacre y Barden, 1984; Alpi y Tognoni, 1991).

Las plantas “funcionan” o “trabajan” con energía solar. Todas las plantas captan la energía del sol y la transforman en sustancias que directa o indirectamente alimentan a la mayoría de las otras formas de vida de la tierra.

Debido a esto el destino de una semilla germinada, o de una futura planta depende no solamente de la intensidad de la luz, sino también de la calidad de la luz que recibe la plántula, y de esta calidad depende el tamaño de la planta adulta, cantidad de hojas, principio de la floración, fructificación y senescencia, siendo de esta manera la luz, la que determina todos los aspectos de la vida vegetal según el proceso de "fotomorfogénesis" (Zarka, 1992).

2.3 Plasticultura

En México la utilización de los plásticos agrícolas da inicio en la década del año 60, con la utilización de riego por goteo en el cultivo de vid. En los 70s empieza el desarrollo e implementación de la agricultura intensiva y en los últimos años se ha incrementado hasta un 18% anual la utilización de plásticos con resultados favorables sobre todo en cultivos hortícolas (Lamont, 1993; De Santiago, 1996).

Más del 50% del territorio nacional presenta un clima semiárido y árido, con baja precipitación pluvial y suelos salinos. Es necesario mejorar las técnicas de utilización del agua y fertilizantes con la finalidad de incrementar la superficie cultivable aumentando los rendimientos. Esto es posible adaptando nuevas metodologías; de ahí el interés para nuestro país en desarrollar la práctica y utilización de cultivos acolchados, manejados con sistemas de riego conducido y fertigación (Burgueño, 1994).

El uso de plástico en la agricultura podría ayudar a resolver y evitar en buena medida los daños y baja producción causada por el clima extremo específicamente en zonas donde el agua es el factor limitante en la producción.

Así, con la técnica de acolchado es factible lograr un ahorro de agua mediante cubiertas de plástico sobre el suelo que evita la pérdida de la humedad por evaporación, además es posible incrementar producción y reducir labores de cultivo (Martínez y Villa, 1982).

Nuestro país ha empezado a utilizar recientemente los plásticos en el campo, especialmente en zonas áridas y semiáridas bajo el sistema de goteo. Sin embargo, los costos de este sistema son muy elevados para los agricultores que tienen pequeña superficie de cultivo, por lo que se hace necesario, implementar técnicas sencillas y económicas aplicables tanto para grandes productores, como pequeños agricultores, tal es el caso del empleo de plásticos, en el acolchado de cultivos (Peña, 1981).

2.4 Acolchado plástico

2.4.1 Generalidades

La utilización del acolchado sobre el suelo ha sido una técnica practicada desde hace muchos años por los agricultores para proteger los cultivos y el suelo de la acción de los agentes atmosféricos, adquiriendo una creciente importancia desde que se inicio la aplicación del polietileno en la agricultura (Misle y Norero, 2001).

Existe gran variedad de técnicas con diferentes fines en la utilización de los plásticos utilizados en la agricultura dentro de los más comunes están: los plásticos como acolchado de suelo, cinta de riego, plástico para invernadero, micro túneles y cubierta flotante, que aportan grandes beneficios a la agricultura nacional y mundial (Wien y Minottil 1987). Uno de los primeros plásticos

producidos en escala comercial fue realizado en el año 1939 el polietileno (PE). El uso extensivo de PE en la agricultura y mas específicamente en el acolchado, es debido a su fácil procesado, excelente resistencia química, alta durabilidad, flexibilidad, libre de olor y toxicidad comparados con otros polímeros (Lamont, 1993).

Los beneficios del acolchado son extremadamente visibles en las regiones áridas y por lo tanto, su uso es imprescindible para el mantenimiento de una agricultura sostenible (Papaseit, *et al.*, 1997), Los acolchados se usan por lo regular en asociación con el riego por goteo, el mejor sistema para aprovechar la baja disponibilidad de agua (Printz, 1994).

2.4.2 Características del acolchado plástico

El acolchado de suelo con película plástica es una actividad agronómica que consiste en cubrir surcos o áreas de siembra con material plástico que son de diferente grosor y color y nació de las prácticas culturales en las que se cubría al suelo con residuos vegetales (Castaños, 1993).

Para mantener temperaturas óptimas en el suelo y tener un adecuado control de maleza, se han desarrollado una gran cantidad de plásticos para acolchar el suelo. Estos acolchados provocan cambios en el microambiente de la planta y suelo que permiten lograr un crecimiento y desarrollo del cultivo más acelerado y por consiguiente tener mayores ventajas que aquellos manejados en forma tradicional (Quezada, 1996).

El acolchado plástico tiene la característica de poder transmitir, absorber o reflejar parte de la radiación incidente en cada longitud de onda, ciertos plásticos pueden transmitir casi toda la radiación en una longitud de onda y otros plásticos absorberla o reflejarla (Loy y Wells, 1990). El cuadro 1 presenta propiedades espectrales de algunos colores de plásticos (García, 1997).

Cuadro 1. Propiedades espectrales de algunos acolchados plásticos (García, 1997).

Color	Reflexión%	Transmisión%	Absorción%
Blanco	31.3	38.1	30.6
Blanco/negro	33.5	0.9	32.8
Transparente	10.6	84.5	4.9
Aluminio	39.1	4.4	56.5
Aluminio/negro	39.7	1.2	59.1
Negro	3.5	0.7	95.8

Actualmente, se investiga en alternativas de cubierta plástica estructuralmente más complejas que las hacen bio y fotodegradables, incluso que cambian de color en el suelo (Hatt, *et al.*, 1995). Con el uso de acolchado independientemente del color permite proporcionar condiciones más favorables para el desarrollo de la planta de melón por lo tanto con esta práctica se pueden incrementar los rendimientos (Robledo, *et al.*, 2007).

El plástico negro permite únicamente el paso del 0.01 % de la radiación medido como luz visible con el medidor de luz LI-COR LI-250) (Berúmen, *et al.*, 2005). Mucha de la energía absorbida por el plástico negro se pierde hacia la atmósfera a través de radiación y convección forzada (Schales y sheldrake, 1963).

2.4.3 Acolchado plástico utilizado

Los plásticos más utilizados han sido los de color negro y a sido el método convencional de cultivo en varias regiones del mundo, pero se han descubierto beneficios con el desarrollo de plásticos fotoselectivos y coextruidos, que además de bloquear el paso de luz producen también una reflexión, con la cual da luz al reverso de la hoja, estimulando la fotosíntesis, precocidad y tamaño de los frutos. Los polietilenos con propiedades fotoselectivas son los de mayor innovación en la actualidad para cobertura de suelo, estos tienen la capacidad de absorber parte del espectro lumínico que estimula el proceso fotosintético, morfológico y permiten el paso del resto de la radiación (Tarara, 2000).

La mayoría del acolchado usado en México es calibre 150 con variaciones de 90 a 150 cm de ancho, pero también pueden fabricarse de calibre 100 que vienen en rollos de 730 m de longitud. Antes de decidirse por el acolchado es fundamental elegir el calibre, ancho y color de la película de plástico. El plástico puede ser producido en rangos de espesor, el cual normalmente es dado en micrones (1 micrón es igual a 0.001 milímetros). El término calibre fue utilizado previamente; un calibre es igual a un milésimo de pulgada; 37.5 micrones son equivalentes a 150 calibres. Algunos estudios sugieren que un espesor de 37.5 micrones, tanto en plástico negro como en transparente, es suficiente para cubrir un ciclo vegetativo hasta de siete meses. Para el acolchado de cultivos cuyo ciclo

vegetativo sea de un año en adelante se sugieren espesores de 50 a 200 micrones. El plástico angosto es atractivo debido a su bajo costo, pero tiene el inconveniente de que solamente cubre una porción del suelo, mientras que las hojas más anchas minimizan el porcentaje de labores culturales fuera del surco (Ibarra y Rodríguez, 1991; Ramírez, 1996).

2.4.4 Acolchado plástico en la Comarca Lagunera

En la Comarca Lagunera el 35% de los productores utilizan acolchado plástico en el cultivo de melón. A nivel de municipios muestran contrastes muy marcados. En los municipios de Matamoros y Viesca, que es donde se registran las siembras más tempranas el 82% de los productores usan acolchado; en los municipios de San Pedro y Tlahualilo no usan acolchado y en Mapimí solamente el 30% de los productores usan acolchado. El mayor uso de plástico es en Matamoros y Mapimí, debido a que ayudan a proteger el cultivo de las bajas temperaturas que se registran en las siembras tempranas (enero y febrero), y por otro lado al ahorro de agua que es muy cara en estos municipios ya que proviene del subsuelo y se bombea a grandes profundidades. En cuanto al riego por goteo, los resultados indican que solamente el 2% de los productores usan este sistema (Espinoza, 1990).

2.4.5 Acolchado plástico de color

El color del plástico como acolchado tiene un efecto directo sobre el crecimiento de la planta porque afecta la absorbancia, reflectancia y transmitancia de la luz en la superficie acolchada modificando el microclima del follaje de las plantas y la temperatura del suelo (Hatt, *et al.*, 1993; Brault, *et al.*, 2002; Hemphill

y Clough, 1990; Kluitenberg, *et al.*, 1993; Ham, *et al.*, 1993; Decoteau, *et al.*, 1989).

El color de un acolchado determina su comportamiento de energía radiada y su influencia en el microclima cerca de las plantas. Los colores determinan la temperatura de la superficie del acolchado y fundamentalmente la temperatura del suelo. El plástico de color negro, absorbe parte de la energía solar que llega a ellos y el plásticos se calienta (Lamont, 1993). Los primeros estudios se realizaron en el color negro, blanco y transparente, recientemente se han realizado estudios en plásticos de color amarillo, azul, rojo, verde, anaranjado, gris y plateado (Aylsworth, 1997). La calabaza zucchini responde más favorablemente al acolchado azul y rojo y el cultivo de chile responde más favorablemente al acolchado amarillo (Orzolek y Murphy, 1993),

La decisión en la elección del color del plástico se ha basado en los efectos de estos sobre la temperatura del suelo y el control de maleza, así, el negro y transparente se utilizan para calentar más el suelo en períodos tempranos y regiones más frías, el blanco y metalizado se usan más en período de verano y regiones más cálidas para evitar un sobrecalentamiento del suelo, mientras que el negro y metalizado o blanco coextruido son seleccionados también para controlar el desarrollo de malezas (Kasperbauer, 1999; Lamont, 1993; Quezada, *et al.*, 2003).

Actualmente se utiliza diferente tipo de acolchado plástico al suelo, en cuanto a su color y espesor (negro, blanco, gris, rojo, azul, verde, marrón, metalizado, transparente, café etc.) y estos tienen efectos benéficos básicos de un acolchado, pero algunos de estos también modifican la cantidad y calidad de la

luz morfogénica modificando el crecimiento y desarrollo de las plantas (Kasperbauer, 1999).

Los cultivos no solo responden favorablemente al ambiente edáfico creado por el acolchado, sino que también el color del plástico puede influir en el crecimiento y repelencia de insectos, al afectar la calidad de la luz reflejada por la superficie del plástico, también indican que entre los cultivos parece haber una respuesta específica a los colores de plásticos (Orzolek y Murphy, 1993; Lamont, 1993). El acolchado de color afecta el desarrollo y crecimiento de plantas de tomate, acolchados blancos o plata reflejan más luz total, y una baja relación de luz rojo-lejano relativo a la luz roja, que acolchado negro o rojo. Sin embargo, la temperatura del suelo fue más alta en el rojo y negro (Decoteu, *et al.*, 1989).

2.5 Efecto del acolchado plástico

2.5.1 Reflexión de los plásticos

Las películas fotoselectivas modifican la radiación fotosintéticamente activa (PAR), así como la temperatura del suelo de acuerdo a su color. Reportan que las películas más reflectivas fueron las blancas y las plateadas con 700 y 400 $\mu\text{mol (quantum) s}^{-1} \text{ m}^{-2}$ respectivamente y además encontraron que las de menor reflexión fue la película negra y café con 190 y 230 $\mu\text{mol (quantum) s}^{-1} \text{ m}^{-2}$. La tendencia de los valores de PAR en función del tiempo (días después del trasplante), es de decrecer, esto debido al crecimiento de la planta, la cual incrementa su cobertura y evita que los rayos del sol incidan en el acolchado, disminuyendo sustancialmente la PAR por estos (Quezada, *et al.*, 2006).

La PAR durante el crecimiento y desarrollo de las plantas acumularon hasta los 27 días después de siembra (dds), 12.16 moles por metro cuadrado por día ($\text{mol m}^{-2} \text{d}^{-1}$) en el acolchado rojo y azul por lo que el efecto de estos colores pudo beneficiar a la planta de melón por incrementar el nivel fotosintético durante las primeras etapas del cultivo. La cantidad de PAR (mol m^{-2}) desde el inicio hasta el final del cultivo utilizando acolchado plástico rojo fue de 334.98 y este fue muy similar al acolchado azul, sin embargo el acolchado negro –metalizado fue el de más alta radiación pero este obtuvo menos rendimiento esto tal vez debido a la longitud de onda larga emitida y al porcentaje de reflectancia de este material. La cantidad de PAR que acumuló la planta a los 65 días después de la siembra es más bajo, el cultivo de melón estaba en pleno desarrollo, donde el área foliar llegó a cubrir en su totalidad el plástico. El acolchado café llegó a tener 1.8 $\text{mol m}^{-2} \text{d}^{-1}$, mientras que el acolchado rojo, negro-metalizado, azul y testigo llegaron a tener 0.8 $\text{mol m}^{-2} \text{d}^{-1}$ (Torres, 2004).

En un estudio utilizando diferente color de plástico se encontró que el plástico rojo y azul acumularon 12.16 $\text{mol m}^{-2} \text{día}^{-1}$ y el acolchado café y testigo sin acolchar acumulo de 8 a 9 $\text{mol m}^{-2} \text{día}^{-1}$ por lo cual el acolchado rojo y azul beneficia a la planta por incrementar el nivel fotosintético durante las primeras etapas del cultivo. La acumulación de PAR (mol m^{-2}) durante los 85 días del cultivo, el acolchado rojo y azul no presentó variaciones. Sin embargo, el acolchado metalizado se incrementó hasta 450 moles m^{-2} con una diferencia de 104 moles m^{-2} respecto al acolchado rojo. A mayor acumulación de la PAR en todo el ciclo del cultivo por efecto del acolchado, no incrementa la calidad de exportación del fruto de melón (Guzmán, 2003).

En un experimento en pimiento morrón con diferente color de acolchado plástico, al inicio del experimento, el plástico blanco mostró mayor reflexión con respecto a la radiación incidente total, con aproximadamente 30%, mientras que el café y el negro solamente reflejaron alrededor de un 8%. Para el período intermedio, los plásticos con mayor reflexión fueron el plateado y el transparente, con alrededor de 8 % y la menor reflexión se presentó en el blanco con un 2%. En el tercer período de evaluación se observó esta misma tendencia, ya que el plástico que menor radiación reflejó fue precisamente el blanco con solamente un 1% y el que reflejó la mayor parte fue el transparente con casi un 6% de la radiación incidente. Estos datos pueden tomarse como un indicador de la velocidad de crecimiento de las plantas ya que la disminución en la radiación reflejada se debe principalmente al desarrollo del follaje, el cual intercepta la radiación y evita su llegada a la superficie del plástico, y por consecuencia la reflexión de la misma (Quesada, *et al.*, 2008).

El cultivo de tomate para su crecimiento y desarrollo requieren de una PAR de 20-50 mol m⁻² d⁻¹ y, el cultivo de lechuga requiere de 10-30 mol m⁻² d⁻¹, durante el crecimiento y desarrollo de la planta de pimiento al utilizar acolchado rojo se encontraron valores máximos de 14.42 mol·m⁻²·d⁻¹ y el acolchado negro con mol·m⁻² d⁻¹, (Decoteau, *et al.*, 1990), valores semejantes fueron reportados con acolchado rojo en el cultivo de tomate por Taber y Smith (2000) (Torres, 2004).

Existe amplia información relacionada con los efectos de los acolchados sobre los cultivos y su microclima. Entre los procesos modificados están el crecimiento, el rendimiento y la calidad de la cosecha de numerosas

especies hortícolas y entre las variables climáticas que se modifican esta la PAR e incidente y estos efectos modifican los niveles de calidad y rendimiento del melón (Guzmán, 2003). La respuesta de los cultivos puede atribuirse a los diferentes tipos de acolchados, donde la luz que estos reflejan incide en la planta y actúan sobre fotorreceptores que inciden en la morfogénesis y el rendimiento (Kasperbauer y Loughrin, 2004).

El acolchado plástico tiene la característica de poder transmitir, absorber o reflejar parte de la radiación incidente en cada longitud de onda, ciertos plásticos pueden transmitir casi toda la radiación en una longitud de onda y otros plásticos absorberla o reflejarla (Loy y Wells, 1990). El acolchado plástico de color negro absorbe más del 80% de la radiación solar y el 20% restante es reflejada al dosel del cultivo establecido o es transmitida (Ham, *et al.*, 1993; García, 1997).

El acolchado plástico ejerce un efecto positivo en las variables de fenología, rendimiento y calidad de ciertos cultivos por el incremento de la radiación, aire y conservación de la humedad del suelo (Maiero y Schales, 1987; Wien, *et al.*, 1993; Bhella, 1988).

El acolchado cambia el microclima del cultivo, las variables que se afectan son la temperatura del suelo y la cantidad de la luz reflejada desde la superficie de los acolchados (Lamont, 1993). Para modificar el espectro de luz, de tal forma que se incremente la tasa fotosintética del cultivo se precisa que la película actúe en una banda muy específica del espectro, la denominada PAR (Radiación Fotosintéticamente Activa), que comprende longitudes de onda de 300 a 700 nm. Se puede manipular la radiación incidente de una manera "sencilla" para guiar las respuestas o expresión del componente genético de las plantas,

hacia donde se desea, de acuerdo a objetivos particulares (Bradburne, *et al.*, 1989).

Las mediciones realizadas de energía radiante para cada color de plástico indican una mayor reflectancia para los colores aluminio y azul. La calidad de la luz, considerando el espectro PAR que reciben las plantas creciendo en estos dos tratamientos se sitúa entre los 430 y 529 nm (Burgueño, 1999). El color rojo transmite una longitud de onda cercana a los 700 nm, en respuesta a la fotosíntesis, germinación y desarrollo vegetativo de plántulas, mientras el color azul es de 440 a 495 nm, en respuesta al fototropismo y fotosíntesis (Orzolek, 1995).

El suelo, el acolchado y otras vegetaciones pueden reflejar radiación solar hacia el follaje del cultivo, de este modo incrementan el total de radiación en la superficie de la planta. Por ejemplo, un acolchado metalizado total de pasillos en manzano, incrementan la absorción fotosintéticamente activa en un 40%, comparada con manzanos sin acolchado de suelo y un incremento de radiación fotosintéticamente activa en un 24 % cuando el acolchado solo cubrió la mitad del pasillo (Green, 1993). El acolchado influye sobre la temperatura de éste y la del suelo bajo él. La respuesta de la planta difiere no solo por el color, sino también por el matiz del mismo (Aylsworth, 1997).

Durante la etapa de floración del cultivo de pimiento morrón, la PAR promedio del tratamiento de plástico de color blanco fue el que reflejó la mayor radiación con $458.31 \mu\text{mol m}^{-2} \text{seg}^{-1}$. En cambio el acolchado negro fue el tratamiento de menor reflexión con $136.45 \mu\text{mol m}^{-2} \text{seg}^{-1}$. Los registros de la temperatura del suelo mostraron al plástico azul como el tratamiento de mayor

temperatura del suelo a los 7.5 cm de profundidad y al plástico blanco el que dio las temperaturas más bajas. El plástico azul fue el que envió la mayor cantidad de biomasa hacia los frutos con 0.043% mientras que el plástico rojo solo envió el 0.011% (Sánchez, 2003).

Estudios realizados sobre el acolchado plástico en varios colores: rojo, negro, amarillo y blanco sobre el cultivo del pimiento, la radiación reflejada mas alta fue el acolchado blanco y el amarillo con un valor de $794 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ y $167 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (Decoteau, *et al.*, 1990). El acolchado blanco reflejo la mayor cantidad de PAR al principio del cultivo mientras que el negro reflejó la mínima cantidad; pero después fueron lo que menos PAR reflejaron durante el desarrollo del cultivo y fue donde se encontraron los mayores rendimientos en el cultivo de Pimiento Morrón y la temperatura del suelo modificada por la radiación incidente afectó directamente al rendimiento porque en los acolchados donde mantuvieron bajas temperaturas hubo mayor rendimiento (Gómez, 2003).

2.5.2 Temperatura del suelo

La temperatura del suelo es un factor importante que afecta la permeabilidad de la raíz, la absorción de agua y nutrientes, actividad metabólica de la raíz de las plantas y de los microorganismos del suelo afectando su interacción y repercutiendo en el desarrollo y rendimiento de los cultivos, (Braudoin, *et al.*, 2000). La temperatura del suelo es importante en el crecimiento y desarrollo de la planta porque afecta los procesos fisiológicos en el sistema radical como la absorción de agua y nutrimentos minerales (Cooper, 1973; Dodd, *et al.*, 2000). Los plásticos a partir de 5 cm de profundidad mantienen temperaturas más constantes en el suelo y no tienen fluctuaciones tan altas

durante la noche y el día, dando mejores condiciones de estabilidad para la raíz (Burgueño, 1999b)

El plástico negro reduce la temperatura de la superficie del suelo debido a que el color negro absorbe mayor cantidad de energía proveniente de la radiación solar. Una alta proporción de la energía absorbida por el plástico negro es reemitida a la atmósfera en forma de calor sensible principalmente, reduciendo la cantidad de energía transmitida a la superficie del suelo, (Berúmen, *et al.*, 2005).

La cantidad de luz que refleja un plástico y las características de transparencia del mismo modifican la temperatura del suelo, siendo más determinante este factor sobre el desarrollo y rendimiento de los cultivos que la radiación reflejada y la fotosíntesis misma. El calentamiento excesivo del suelo provocado por algunos plásticos como el transparente, afecta negativamente a las plantas, expresándose en menores tasas de crecimiento relativo, asimilación neta y fotosíntesis y finalmente influye en un menor desarrollo y más bajo rendimiento (Quezada, *et al.*, 2008).

La temperatura del suelo durante el día se incrementa con el uso de películas transparentes y esta puede variar hasta por 10 °C, esto dependiendo de la estación del año, el tipo de suelo, humedad del suelo y la cantidad e intensidad lumínica (Splittstoesser y Brown, 1991). Al realizar un experimento bajo diferentes colores de acolchado, encontró que el polietileno azul produjo las temperaturas más altas del suelo seguidas por el plástico de color amarillo, rojo y negro (Orzolek, 1993).

La influencia del acolchado sobre las temperaturas del suelo se realiza por la transmisión del mismo, de las calorías del sol recibidas por el plástico durante el día. El plástico detiene el paso de las radiaciones calóricas del suelo hacia la atmósfera y esto depende de las características del plástico. (Zapata, *et al.*, 1989).

La temperatura del suelo en los primeros 7.5 cm de profundidad fue modificada por diferentes colores de acolchados plásticos al suelo, siendo la más alta en el acolchado plástico rojo y azul y la temperatura del suelo más baja en el plástico de color blanco, con una diferencia de 3 y 4 grados centígrados entre éstas (Quezada, *et al.*, 2006). Las menores temperaturas a 7.5 cm de profundidad en el suelo se registraron en el acolchado blanco durante todo el ciclo del cultivo, con valores de 24 a 26 °C, mientras que en el acolchado azul, transparente y rojo la temperatura fue de 33, 36 y 38° respectivamente, casi 13 grados más alta que en el acolchado blanco. El impacto de la radiación solar en el acolchado azul, transparente y rojo es más directo ya que estos permiten el paso de la radiación a través del plástico, induciendo temperaturas mucho más altas. La mayor temperatura puede provocar daños en el sistema radicular de las plantas y condiciones más propicias para el desarrollo de enfermedades fungosas que no permiten un desarrollo óptimo de las mismas, provocando incluso la muerte y una disminución en la producción del cultivo (Quezada, *et al.*, 2008).

Diferente color de acolchado plástico mostraron que el color negro metalizado y azul presentaron las menores temperaturas a 0.10 y 0.20 m de profundidad del suelo (Verduzco, 2003). La temperatura promedio más baja para la superficie del suelo a 5 y 10 cm de profundidad a través del tiempo, fue

utilizando el plástico de color blanco/negro en comparación con el plástico negro y café (Berúmen, *et al.*, 2005).

Parece que puede existir una relación directa entre el incremento en el rendimiento del cultivo de chile y el incremento de la temperatura del perfil superior del suelo (Zermeño, *et al.*, 1998). El acolchado plástico incrementa la temperatura a niveles que pueden beneficiar el rendimiento y desarrollo de las plantas (Martines, 2003).

Con el uso de acolchado plástico se obtienen las máximas temperaturas en los primeros 2.5 cm de profundidad del suelo y esta decrece conforme aumenta la profundidad del suelo y los valores máximos de temperatura se obtienen cuando se acolcho el suelo las 24 horas (Zermeño, *et al.*, 1998b).

Algunos estudios se ha obtenido que el acolchado plástico al suelo no siempre incrementa la temperatura del suelo. Se ha reportado un decremento en la temperatura del suelo cuando se utilizan acolchados precontruidos blanco o plata sobre negro, estos efectos pueden ser favorables cuando un decremento en la temperatura del suelo es benéfico sobre el crecimiento de los cultivos (Decoteau, *et al.*, 1989). La temperatura del suelo disminuye a medida que el follaje cubre el plástico pero siempre son mayores de 5 a 6 °C más altas que el suelo sin acolchar (Verduzco, 2003).

El efecto del acolchado plástico negro y transparente en la temperatura del suelo se midió a una profundidad de 2.5, 5, 10 y 15 cm usando termopares de cobre constatan, se incluyó como control un tratamiento sin acolchado plástico. Los resultados de este estudio mostraron que la producción mas alta de

fruto se obtiene con el acolchado plástico negro, también se observó que la temperatura del suelo es superior y la temperatura del aire mas elevada en el acolchado plástico negro y transparente que en el suelo no acolchado (Zermeño, *et al.*, 1999).

El acolchado plástico al suelo incrementa la temperatura del suelo y propicia mayor asimilación de nutrimentos, lo cual influye en el incremento de productividad del agua en los tratamientos acolchados a sin acolchar (Mendoza, *et al.*, 2004).

La temperatura del suelo modificada por la radiación incidente afectó directamente al rendimiento, porque en los acolchados donde mantuvieron bajas temperaturas hubo mayor rendimiento (Gómez, 2003).

Al probar colores de plásticos como el negro, café, blanco/negro, encontró que con el acolchado blanco/negro y café a 10 y 20 cm de profundidad del suelo se presentaron las menores y mayores temperaturas respectivamente (Maldonado, 2005).

Al realizar un trabajo con siete diferentes colores de plástico, concluye que el acolchad transparente, provocó las temperaturas más altas en el suelo, teniendo una influencia negativa en las plantas de pimiento morrón, provocando la muerte en la mayoría de las plantas además de una reducción en la producción en las plantas sobrevivientes. Por lo que este color de plástico es recomendado para zonas con clima templado a ligeramente frío (Sánchez, 2003).

La temperatura radical en suelo acolchado ha sido útil para explicar los cambios ocurridos en el crecimiento de plantas de tomate y otros investigadores

han usado la radiación rojo-lejano para explicar los cambios ocurridos en plantas de pimiento al usar diferentes colores de acolchado plástico al suelo (Decoteau, *et al.*, 1988). En un trabajo en el cultivo de pimiento y calabaza, las temperaturas del suelo fueron monitoreados con un adquisidor de datos (data logger) y los resultados obtenidos indicaron que las temperaturas del suelo bajo los acolchados de color rojo y amarillo fueron similares a la del acolchado claro o gris en un periodo de 60 días (Orzolek y Murphy, 1993).

2.5.3 Variables agronómicas

Se ha demostrado que no solamente hay una respuesta favorable de los cultivos al ambiente creado bajo el acolchado plástico, sino que también inciden en la luz reflejada que puede afectar el crecimiento del cultivo (Burgueño, 1994). En un estudio realizado con diferente color de acolchado plástico al suelo en el cultivo de pimiento, encontró que con el acolchado blanco en la etapa de floración se incrementa el área foliar y el peso seco de hojas siendo estadísticamente mejor que el plástico transparente (Benito, 2003). Utilizando acolchado plástico de color como transparente, amarillo, rojo y blanco, en el cultivo de tomate se encontró diferencia significativa en la variable de área foliar con el acolchado plástico de color rojo y amarillo y la biomasa fresca y seca fue menor con el acolchado transparente (Hernández, *et al.*, 2007).

El uso de acolchado plástico en los cultivos agrícolas ha permitido tener ventajas como la precocidad de la producción, aumento en el rendimiento y calidad de la cosecha (Gabriel, *et al.*, 1994). El acolchado plástico puede afectar el crecimiento y desarrollo de las plantas así como el rendimiento. La respuesta de

las plantas parece estar relacionada con el color del plástico. La acumulación de biomasa y la producción de flores y frutos también son afectadas por el color del plástico (Kasperbauer y Hunt, 1986).

Un estudio realizado en Paila, Coahuila evaluando diferentes plásticos para la producción de melón, se obtuvo mayor porcentaje, velocidad de la germinación, mayor altura de planta y mayor grosor de pulpa al utilizar plástico negro-verde y con el plástico negro plateado se obtuvo mayor diámetro ecuatorial (Flores, 1997).

El acolchado blanco tuvo mayor producción neta de materia seca que en el acolchado transparente, probablemente debido a que el área foliar en las plantas del acolchado blanco fue mas alta que en el transparente. Los resultados encontrados en este trabajo indican que si se logra tener plantas con una buena área foliar y una alta tasa de asimilación neta, se tendrá una mayor productividad, aunque esto no significa que esta productividad se refleje en el rendimiento del cultivo ya que la biomasa producida puede ser acumulada en partes estructurales de la planta y no enviadas a producción de fruto; ahí es en donde es importante el tipo de acolchado que refleje una calidad de radiación que induzca la fructificación (Quezada, *et al.*, 2008)

Son innumerables los beneficios que se obtienen debido a la implementación de acolchado plástico: ayuda en la mejor utilización de todos los nutrientes del suelo, racionaliza el consumo de agua y se obtienen mayores niveles de producción (Harris 1965: Jones, *et al.*, 1977). El acolchado plástico incrementa la temperatura del suelo y aire, favoreciendo que el nitrógeno del suelo se encuentre disponible para las plantas incrementando su respuesta vegetativa (Stapleton y Devay, 1984).

El suelo acolchado con plástico presenta una estructura ideal para el desarrollo de las raíces de las plantas. Estas se hacen más numerosas, más largas en sentido horizontal a consecuencia de que la planta, al encontrar la humedad suficiente a poca profundidad y un suelo bien mullido, su sistema radical se desarrolla más lateralmente que si tiene que buscarla a mayores profundidades, en cuyo caso su crecimiento sería en sentido vertical. Con el aumento de raicillas aseguramos a la planta una mayor succión de agua, sales minerales, y demás fertilizantes, que conducen a mayores rendimientos (Robledo y Martín, 1988).

En el cultivo de papa (*Solanum Tuberosum* L.) se han realizado diversos estudios, entre los cuales se demostró que el uso de acolchado plástico reduce significativamente el uso de agua y aumenta la temperatura del suelo, dando lugar a una disminución en el periodo vegetativo (Blanco, *et al.*, 2004; Xie y Wang, 2005).

La variable de área foliar fue incrementada en el híbrido de melón Cruiser y LVA en 66.91 y 53.29% con respecto al testigo, utilizando acolchado plástico de color café y azul respectivamente (Varela, 2004). El plástico fotoselectivo influye en la producción de biomasa en las plantas de chile jalapeño (Roblero, 2007).

La alta disponibilidad de fotosintatos en condiciones de luz estimula la actividad del meristemo, crecimiento foliar y la velocidad de producción de hojas se incrementa conforme aumenta la intensidad luminosa (Dieleman y Heuvelink, 1992).

2.5.4 Rendimiento de los cultivos

El incremento de frutos de mayor tamaño es debido por la cantidad de la luz reflejada en los diferentes colores del acolchado plástico (Porter y Etzel, 1982). En un estudio realizado sin acolchar el suelo y acolchando con diferente color de plástico en el cultivo de melón, el plástico azul con riego con cintilla, tuvo el mayor incremento del rendimiento con 50.96 t ha^{-1} (Mendoza, *et al.*, 2004).

La radiación PAR reflejada por el plástico influye sobre la fotosíntesis de las plantas y rendimiento final, en el plásticos azul y rojo a pesar de que las temperaturas del suelo tan altas que se generaron dañaron las plantas, finalmente tuvieron buena respuesta en rendimiento (Quezada, *et al.*, 2008)

Investigaciones realizadas en la producción de tomate comercial, las producciones más altas se tuvieron con el acolchados azul, rojo y anaranjado con 47.7 , 38.2 y 34.6 t ha^{-1} (Csizinsky, *et al.*, 1995). El acolchado plástico ejerce influencia en el número de frutos de tomate y en el incremento de la producción, siendo el plástico blanco/negro el que mejor se adapta a las condiciones climáticas de la región (Niño, 2006).

El uso de acolchados plástico induce precocidad al cultivo, incrementan rendimientos, mejora la calidad de las cosechas y aumenta la eficiencia del uso del agua, debido a que las cubiertas plásticas reducen la incidencia de malezas y la pérdida de agua por evaporación de la superficie del suelo y se incrementa la temperatura del perfil del suelo (Zermeño, *et al.*, 1998; Bhella, 1988; Ham, *et al.*, 1991).

El acolchado plástico azul obtuvo un incremento en el rendimiento del cultivo de melón de un 43.21 y 17.01 % a diferencia de cuando se utiliza un acolchado plástico de color café y metalizado respectivamente; así mismo, el acolchado azul y metalizado en el híbrido cruiser incrementaron el rendimiento total de melón en 39.58 y 36.15 t ha⁻¹ respectivamente (Guzmán, 2003).

La utilización de plástico azul en melón presenta mejores rendimientos comparado con el plástico negro de hasta un 35% más en la producción comercial (Lamont, 1993). Al probar diferente color de acolchado, se tuvo la mejor respuesta para el rendimiento total de melón con el acolchado rojo, con un rendimiento de 45.95 t ha⁻¹, seguido por el acolchado azul, negro y café, con rendimientos de 34.79, 34 t ha⁻¹ y 33.85 t ha⁻¹ respectivamente y la mayor producción de melón en rezaga fue con el tratamiento sin acolchar, siguiendo el acolchado rojo y azul con un rendimiento de 25.97 y 20.17 t ha⁻¹ respectivamente (Verduzco, 2003).

Al realizar un trabajo en pimiento y calabaza, que fueron cultivados sobre acolchado de polietileno amarillo, rojo, azul, gris y negro. La más alta producción de calabacita se presentó en el acolchado de color azul, que tuvo una producción en las primeras seis cosechas 25.3% mayor. La producción de calabacita cosechada para el acolchado rojo fue similar al del acolchado azul (Orzolek, 1993).

Se encontró diferencia significativa en el rendimiento de melón para diferente color de plástico, encontrando un 82.09 % al utilizar acolchado azul y 67.47 con el acolchado café, con rendimientos de 39.58 y 36.15 t ha⁻¹ respectivamente comparación al testigo sin acolchar (Torres, 2004). La tonalidad fuerte del color verde y azul del acolchado plástico, incrementaron la producción

de melón en un 35 % de la calidad comercial en comparación con el plástico negro, durante un período de evaluación de 3 años. (Orzolek, 1995).

En una validación del acolchado plástico en cultivos de tomate, pepino, sandía y algodón en el noreste de México, encontraron que el acolchado plástico al suelo incremento la producción de estos cultivos en 47.1, 75.1, 66.7, y 210% respectivamente; los costos de producción al usar acolchado fueron superiores al testigo en 31.4, 33.9, 58.2 y 118.2%. El beneficio económico al usar acolchado fue significativamente superior al obtenido en el testigo con incrementos de 143.8, 112.0, 96.9 y 653.8% respectivamente (Ibarra y Rodríguez, 1991).

El porcentaje comercial de fruta cosechada en melón fue relativamente uniforme sobre diferente color del acolchado y el color rojo incremento el 50% mas la fruta comercial (Orzolek, *et al.*, 1993). La producción total de melón en el híbrido Cruiser se incremento con el plástico de color rojo y azul con 41.91 y 39.58 t ha⁻¹ respectivamente y en el híbrido LVA presento la misma respuesta para los plásticos mencionados con rendimiento total de 43.70 y 35.67 t ha⁻¹ respectivamente (Varela, 2004).

En un estudio realizado con diferente color de acolchado plástico al suelo en el cultivo de pimiento, los acolchados de color rojo, plata, azul y blanco influyeron en la calidad comercial del fruto y dan mejor aspecto fitosanitario, por la capacidad que tienen de reflexión de luz (Benito, 2003). Al evaluar dos cultivares de pimiento morrón, con diferentes colores de acolchado plástico, el mejor rendimiento fue con el acolchado de color blanco con 44.96 t ha⁻¹ superando al negro que tuvo 37.65 t ha⁻¹ (Martínez, 1999). Investigaciones realizadas han determinado que la producción de frutos de pimiento se incrementa por el efecto

de la radiación reflejada por el acolchado rojo (Decoteau, *et al.*, 1990). Al trabajar con pimiento morrón, obtuvo que el rendimiento más alto dentro de este trabajo, fue con el plástico de color blanco con una media de producción de 11.34 08 t ha⁻¹ siguiendo el plástico de color azul, verde, negro, rojo y amarillo con valores de 10.71, 10.36, 10.28, 9.10 y 8.46, contra 3.08 t ha⁻¹ del testigo (Lara, 1993).

**ACOLCHADO PLÁSTICO FOTOSELECTIVO Y RADIACIÓN
FOTOSINTÉTICAMENTE ACTIVA EN EL CULTIVO DE MELÓN**

**PHOTOSELECTIVE PLASTIC MULCHES AND PHOTOSYNTHETICALLY
ACTIVE RADIATION IN WATERMELON**

**H. Zermeño-González¹; E. Favela-Chávez²; J. P. Munguía-López³; P.
Preciado-Rangel⁴; M. García-Carrillo²; V de Paúl Álvarez-Reyna²; S.
Berúmen-Padilla⁵; E. Martínez-Rubín de Celis⁴**

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto del acolchado plástico de diferente color en la radiación fotosintéticamente activa (PAR), y su relación con el desarrollo, rendimiento y calidad de frutos del cultivo de melón (*Cucumis melo* L). El trabajo experimental se realizó en una pequeña propiedad llamada las Playas, del municipio de Bermejillo Durango, durante el ciclo agrícola otoño invierno del 2006. Se evaluaron cinco colores de acolchado plástico: blanco, negro, café, azul y verde. La PAR se midió utilizando barras de luz (Apogee-Inst-modelo LQS 7010) de 0.70 m de longitud y se colocó una barra invertida sobre cada color de acolchado plástico a una altura de 0.25 m sobre el dosel de la planta. Los resultados de la investigación mostraron que el plástico azul tuvo la mayor acumulación PAR (moles m⁻²) para la evaluación total (1273.54), crecimiento del cultivo (970.95) e inicio de floración (302.59) mientras que la menor acumulación PAR (moles m⁻²) fue con el acolchado negro para la evaluación total (1176), etapa de crecimiento (912.48) e inicio de floración (263.67). El mayor rendimiento de fruto de calidad de primera y rendimiento total ($P \leq 0.05$) se obtuvo con el acolchado de color azul 16.51 y 38.47 t ha⁻¹ respectivamente, siendo 66.87 y 11.84% mayor que el plástico negro. Los tratamientos uno y cuatro tuvieron los mayores incrementos de materia seca y área foliar ($P \leq 0.05$); El contenido de sólidos solubles (grados brix) del muestreo realizado en los diferentes cortes no presentó diferencia significativa.

Palabras clave. *Acolchado plástico, Cucumis melo* L

¹Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, U.L., Instituto Tecnológico de Torreón. Correo-e: zermegon@yahoo.com.mx.

²Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, U.L.,

³Centro de Investigación en Química Aplicada, Saltillo Coahuila.

⁴Instituto Tecnológico de Torreón

⁵Facultad de Agricultura y Zootecnia, Venecia Durango

SUMMARY

The objective of this study was to evaluate the plastic mulch effect of different colors in the photosynthetically active radiation (PAR), and its relationship with growth, yield and fruit quality of watermelon (*Cucumis melo* L) crop. The research was conducted in the farm known as las Playas located in Bermejillo, Durango, Mexico., during the 2006 fall – winter growing season Five colors of plastic mulches were analyzed; white, black, brown, blue and green. Light bars (10 quantum sensors) of 0.70 m length, (Apogee-Inst-model LQS 7010) were used to measure PAR_ref and were placed at 0.25 m above (downward) the plant canopy of each plastic much color. The results of the study showed that the blue plastic mulch had the best accumulation PAR (moles m⁻²) for the total evaluation (1273.54), growth stage (912.48) and at the beginning of the flowering stage (302.59). On the other hand, the black plastic mulch had the lowest PAR for the total evaluation (1176), growth stage (912.48), and at the beginning of the flowering stage (263.67). The blue plastic mulch had the best yield response in first quality and total yields, (P≤0.05), 16.51 and 38.47 t ha⁻¹ respectively; 66.87 and 11.48% higher than the black plastic mulch. The highest yield of dry matter and foliar area (P≤0.05) were observed under the white and blue plastic mulch There was no significant difference in the soluble solid content (brix grades) among the different dates of harvest.

Index words: Plastic mulch, L., *Cucumis melo* L

INTRODUCCIÓN

El uso de acolchado plástico de color afecta principalmente el microclima en las cercanías del cultivo y modifican la radiación fotosintéticamente activa afectando el crecimiento y productividad de los cultivos. (Liakatas, *et al.*, 1986). El uso del plástico como acolchado es una técnica que se lleva a cabo para proteger los cultivos y el suelo de la acción de los agentes atmosféricos, y se inició con la utilización del polietileno en la agricultura (Misle y Norero, 2001). El color del acolchado determina en gran parte la energía reflejada e irradiada, afectando directamente el microclima de las plantas (Orzolek, *et al.*, 1993). El acolchado plástico negro ha sido el tradicionalmente utilizado, sin embargo, con el desarrollo de los plástico de color, que además de bloquear el paso de luz incrementan la reflexión, aportando luz al envés de las hojas, incrementando el proceso fotosintético, calidad y desarrollo del fruto (Decoteau y Friend, 1991). En la actualidad se utiliza

diferentes tipos de plásticos en cuanto a color (negro, gris, blanco, rojo, verde, azul, marrón, metalizado, transparente, café) los cuales modifican de manera diferencial la cantidad y calidad de la luz reflejada (Kasperbauer, 1999). El acolchado plástico mejora la producción, pero es poco conocido las modificaciones de la radiación reflejada con el uso de acolchado plástico de diferente color. Se ha demostrado que con el acolchado plástico se puede incrementar el rendimiento de los cultivos, adelantar su maduración y mejorar la absorción de nutrimentos (Harris 1965, Jones, *et al.*, 1977). La respuesta puede atribuirse a los diferentes tipos de acolchado, donde la luz que estos reflejan incide en la planta y actúan sobre receptores que inciden en la morfogénesis y rendimiento (Kasperbauer y Loughrin, 2004). El color del acolchado plástico determina sus propiedades fotométricas con respecto a la radiación solar (reflexión, absorción y transmisión) y estas influyen en el microclima del follaje de las plantas (Clough, 1990; Hemphill y Clough, 1990; Hatt, *et al.*, 1993; Kluitenberg, *et al.*, 1993; Brault, *et al.*, 2002;). El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto del acolchado plástico de diferente color sobre la radiación fotosintéticamente activa y su relación con el desarrollo, rendimiento y calidad de frutos del cultivo de melón.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó durante el ciclo agrícola otoño invierno del año 2006 en la pequeña propiedad las Playas, ubicada en el km. 16.5 de la carretera Gómez Palacio – Bermejillo, Durango. El sitio experimental se encuentra localizado a una altitud de 1140 msnm, en valores medios de 25° 56' N y 103.13° O, el clima que predomina es muy seco semicalido (BWH), con una precipitación y temperatura promedio anual es de 260.7 mm y 20.9°C respectivamente. Los meses más calurosos son de mayo a agosto y los más fríos son diciembre y enero, con régimen de lluvias en verano e invierno fresco (García, 1987). Se realizó un muestreo de suelo a la profundidad de 0.0 - 0.30 m para determinar las características físicas y químicas del sitio experimental, los resultados se presentan en el Cuadro 1.

Acolchados plásticos evaluados y manejo agronómico del cultivo

Se evaluaron cinco diferentes colores de acolchado plástico: blanco, negro, café, azul, verde. El acolchado plástico negro se tomo como testigo, ya que es el color que más se utiliza en la Región Lagunera. Correspondiendo al tratamiento uno plástico blanco, tratamiento dos plástico negro, tratamiento tres plástico café, tratamiento cuatro plástico

azul y el tratamiento cinco plástico verde. La siembra se realiza el 12 de junio en forma manual colocando dos semillas por “golpe” a 3 cm de profundidad al centro de cada cama acolchada y un lado de la línea regante. A los 10 días después de emergencia se realizó un aclareo, dejando la planta más vigorosa por punto. La densidad final fue de 20,000 plantas ha^{-1} , distribuidas en 40 camas de 1.20 m de ancho sembradas a 0.20 m entre plantas, la separación entre camas fue de 2.5 m. El sistema de riego utilizado fue por goteo (T-Tape) con un gasto de 3 lph por metro de cinta de riego. El riego se dio cada tercer día, aplicando una hora de riego desde siembra hasta 15 días después de emergencia; posteriormente el riego se aplico diariamente. El cultivo se fertilizó con la dosis 100N– 60P–100K, con la fuente de ácido nítrico al 65%, ácido fosfórico al 75% y sulfato de potasio; a partir de 10 días de emergida la planta se distribuyo en ocho aplicaciones cada 5 días. El experimento se realizó en una superficie de 1875 m^2 , cada tratamiento estuvo formado de tres camas de 50 m de longitud, la unidad experimental consistió de tres camas de 12.5 m de largo y la parcela útil fue de tres camas de 5 m de longitud dejando 3.75 m hacia cada extremo. El diseño experimental que se utilizó fue un completamente al azar con 5 tratamientos que fueron color de acolchado plástico al suelo y 4 repeticiones por tratamiento. Los datos fueron analizados usando el SAS, PROC GLM (SAS Inst., Cary, North Carolina, EU). Las medias de los datos obtenidos se analizaron usando la prueba DMS (0.05).

Medición de la radiación fotosintéticamente activa y radiación incidente

La radiación fotosintéticamente activa (PAR), se realizó utilizando barras de luz (Apogge-Inst-modelo LQS 7010) de 0.70 m de longitud las cuales cuentan con diez sensores Quantum conectados en paralelo, colocadas al centro de una unidad experimental y en la cama central se colocó una barra invertida a una altura de 0.25 m. Las mediciones se realizaron de 23 a 49 día después de la siembra (dds), que correspondió al inicio de crecimiento de 23 a 28 dds (6 días), en la etapa de crecimiento 23 a 42 dds, (20 días) y en la etapa de inicio de floración de 43 a 49 dds (siete días). Los sensores de radiación fueron conectados a un Data Logger (modelo CRI0X , Campbell Sci, Inc) programado para tomar lecturas cada 30 segundos, promediar y almacenar cada 30 minutos, posteriormente estos datos fueron recuperados en una computadora portátil la cual contaba con un Software PC208W. La Radiación incidente (R_i) se midió utilizando un sensor Quantum (Apogge-inst, modelo QSO) y se instaló a una altura de un metro sobre la superficie del suelo, estas

lecturas se registraron en forma continua durante las 24 horas del día, por un período de 27 días que corresponden a la etapa de crecimiento y floración.

Evaluación acumulada de la PAR, Ri y Rt

Se obtuvo la cantidad de PAR y Ri acumulada durante los 27 días de evaluación y durante este periodo se evaluaron 6 días al inicio del crecimiento (antes de que hubiera una amplia cobertura del plástico por el cultivo), 20 días para la etapa de crecimiento y 7 días para la etapa de inicio de floración; para obtener la Radiación total (Rt) acumulada se sumo la PAR y la Ri acumulada obtenida de cada día en cada etapa correspondiente.

Variables agronómicas evaluadas y rendimiento del cultivo de melón

La materia seca de hojas se realizó al inicio de floración, se tomaron 100 hojas hacia cada extremo de la parcela útil dando un total de 200, se secaron a una temperatura de 75 °C durante 48 h. y posteriormente se registro el peso seco con una balanza analítica para cada tratamiento, de estas mismas muestras se tomaron 30 hojas de tres diferentes tamaños y por medio de una regresión en base a peso y área se obtuvo el promedio del área foliar. Para la determinación de los sólidos totales disueltos se tomo un fruto de cada calidad evaluada para rendimiento y con un refractómetro tipo Abbe se realizaron tres mediciones de la parte central de la pulpa de melón y se promediaron para obtener el valor en cada uno de los cortes para cada repetición. El rendimiento de melón se evaluó tomando la parcela útil de cada uno de los tratamientos en las cuatro repeticiones de cada corte, de acuerdo a la comercialización que realiza el productor se consideraron tres calidades que correspondieron a melón mayor de 2.20 kg. calidad de primera; melón comprendido entre 1.70 y 2.19 kg. calidad de segunda y melón menor de 1.70 kg. como calidad de tercera y el rendimiento total se obtuvo de la suma de las tres calidades.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el desarrollo de este capítulo se discutira en primer orden las variables climáticas proporcionadas por los diferentes tratamientos evaluados y posteriormente sus efectos sobre las variables agronómicas analizadas, calidad del fruto de melón, rendimiento total de fruto y rendimiento en tamaño.

PAR, Ri y Rt en el periodo evaluado

La PAR, Ri y Rt obtenida durante los 27 días evaluados en el cultivo de melón se presentan en el Cuadro 2, muestra que las películas con más PAR corresponden al tratamiento cuatro y uno con valores de 203.97 y 170.25 moles por metro cuadrado ($\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}$), con valores medios de 7.69 y 6.54 $\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ respectivamente. Los tratamientos dos y tres con menor PAR con 106.59 y 125.85 $\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}$, con valores medios de 4.09 y 4.84 $\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ respectivamente. Al respecto Loy y Wells, (1990), mencionan que el acolchado plástico tiene la característica de poder transmitir, absorber o reflejar parte de la Ri en cada longitud de onda, ciertos plásticos pueden transmitir casi toda la radiación en una longitud de onda y otros absorberla o reflejarla, estudios realizados sobre acolchado plástico en varios colores en el cultivo de pimiento, la PAR más alta fue con el acolchado blanco y amarillo con 794 y 167 $\mu\text{mol m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, Decoteau, *et al.*, (1990). El acolchado plástico de color negro absorbe más del 80 % de la radiación solar y el 20 % restante es reflejada al dosel del cultivo establecido o es transmitida Ham, *et al.*, (1993). Los valores obtenidos son bajos por haberse evaluado solo durante 27 días; en este contexto el cultivo de tomate para su óptimo crecimiento y desarrollo requieren de 20-50 $\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$; y el cultivo de lechuga requiere de 10-30 $\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$, ; también indican que durante el crecimiento y desarrollo de la planta de pimiento al utilizar acolchado rojo obtuvieron valores máximos de 14.42 $\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ y con el acolchado negro 8.12 $\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{d}^{-1}$ Decoteau, *et al.*, (1990). En la Rt acumulada se puede apreciar que la mayor acumulación fue para el tratamiento cuatro y uno con 1273.54 y 1239.82 $\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}$ respectivamente. y los de menos acumulación de Rt fueron el tratamiento dos y tres con 1176.16 y 1195.42 $\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}$ respectivamente, el plástico negro absorbe todos los colores del espectro visible, mientras que el plástico blanco los refleja casi en su totalidad Kasperbauer y Loughrin, (2004)

PAR inicial

La Figura 1 muestra que el tratamiento uno obtuvo la mayor PAR con valores de 550 μ moles $\text{m}^{-2}\cdot\text{seg}^{-1}$ disminuyendo progresivamente hasta 300 μ moles $\text{m}^{-2}\cdot\text{seg}^{-1}$ para el día 29 después de siembra, esto debido a que el cultivo mostró un rápido desarrollo del follaje y progresivamente fue cubriendo el acolchado plástico, para los demás tratamientos sobresale el tratamiento cuatro con una radiación reflejada de 270 μ moles $\text{m}^{-2}\cdot\text{seg}^{-1}$ y llegando a 220 μ moles $\text{m}^{-2}\cdot\text{seg}^{-1}$ para el día 29 después de siembra y los valores más bajos se presentan

con el tratamiento dos con reflexiones de $150 \mu \text{ moles m}^{-2} \text{ seg}^{-1}$. Al respecto Decoteau, *et al.*, (1990) en un estudio realizado sobre acolchado plástico en varios colores, rojo, negro, amarillo y blanco sobre el cultivo de pimiento, menciona que la radiación reflejada más alta fue con el acolchado blanco y amarillo con un valor de 794 y $167 \mu \text{mol m}^{-2} \text{ seg}^{-1}$ respectivamente. Kasperbauer, (1999), menciona que los diferentes colores de acolchado plástico modifican la cantidad y calidad de la luz incrementando el crecimiento y desarrollo de la planta.

PAR, Ri y Rt total en la etapa de crecimiento

Durante los 20 días evaluados que corresponde a la etapa de crecimiento del cultivo la mayor PAR fue para el tratamiento cuatro y uno con valores 148.94 y $145.77 \text{ mol}\cdot\text{m}^{-2}$, respectivamente, con medias de 7.28 y $7.44 \text{ mol}\cdot\text{m}^{-2}\text{d}^{-1}$; y los tratamientos que menor PAR dieron fueron los tratamientos dos y tres con valores de 90.47 y 103.79 respectivamente, como se muestra en el Cuadro 3, con valores medios de 5.18 y $4.52 \text{ mol}\cdot\text{m}^{-2}\text{d}^{-1}$ respectivamente. Estos datos obtenidos de las medias son bajos a los reportados por algunos autores debido a que solo se evaluó la radiación por 20 días durante esta etapa, Kacperwski, *et al.*, (1991), encontraron que durante el desarrollo y crecimiento de los cultivos se necesita un rango de 12 a $13 \text{ mol}\cdot\text{m}^{-2}\text{d}^{-1}$. La mayor Rt acumulada fue para los tratamientos cuatro y uno con valores de 970.95 y $967.78 \text{ mol}\cdot\text{m}^{-2}$ respectivamente.

PAR, Ri y Rt total al inicio de floración

En los siete días evaluados correspondiente a la etapa de inicio de floración la mayor PAR fue para los tratamientos cuatro y uno con valores medios de 55.04 y $24.48 \text{ mol}\cdot\text{m}^{-2}$ respectivamente, como se muestra en el Cuadro 4, con medias de 7.86 y $3.49 \text{ mol}\cdot\text{m}^{-2}\text{d}^{-1}$, y los tratamientos con menor PAR fueron el dos y cinco con 16.12 y $18.51 \text{ mol}\cdot\text{m}^{-2}$ respectivamente, con medias de 2.30 y $5.18 \text{ mol}\cdot\text{m}^{-2}\text{d}^{-1}$, Decoteu, *et al.*, (1990) menciona que en un trabajo realizado en el cultivo de pimiento morrón, que a medida que la planta va creciendo y sombrea el acolchado, la cantidad de radiación reflejada disminuye. La mayor cantidad de Rt acumulada fue para los tratamientos cuatro y uno con valores de 302.59 y $272.03 \text{ mol}\cdot\text{m}^{-2}$, con medias de 43.27 y $38.86 \text{ mol}\cdot\text{m}^{-2}\text{d}^{-1}$.

Materia seca y área foliar

La materia seca y área foliar mostraron diferencia significativa ($P \leq 0.05$). Los resultados se presenta en el Cuadro 5, se observa que sobresale el tratamiento uno con 274.44 g, esto debido tal vez a que el crecimiento inicial del cultivo fue muy rápido, le sigue el tratamiento cuatro con 199.29 g; para la variable de área foliar los valores más altos fueron con los mismos tratamientos que para la variable de materia seca con valores de 143.92 y 138.19 cm^{-2} respectivamente, La mayor cantidad de PAR que proporciona el tratamiento uno y cuatro quizá contribuyo a una mayor superficie foliar y masa seca de planta, Dieleman y Heuvelink, (1992), mencionan que la alta disponibilidad de fotosintatos en condiciones de luz estimula la actividad del meristemo y el crecimiento foliar y la velocidad de producción de hojas se incrementa conforme aumenta la intensidad luminosa. Orzolek, *et al.*, (1993) menciona que las diferencias en luz reflejada por los diferentes colores de plástico influyen directamente en el crecimiento y desarrollo de las plantas, Orzolek, (1995) menciona que el color azul modifica el fototropismo, fotosíntesis y es responsable del crecimiento de hojas y tallos..

Calidad del fruto

El contenido de sólidos solubles es importante para definir la madures del fruto de melón, estos valores se presentan en el Cuadro 5. No presento diferencia significativa para ninguno de los tratamientos, sin embargo, en este estudio todos los tratamientos presentan una calidad buena, ya que con un valor arriba de 8 es considerado aceptable; se observa que sobresale el tratamiento uno con una media de 8.30 esto debido a que se obtuvieron mayor cantidad de frutos pequeños para este tratamiento y tal vez la cantidad de sólidos solubles se concentra más en frutos de menor tamaño.

Rendimiento total del fruto

Los resultados del rendimiento total de melón y diferente tamaño de fruto se presentan en el Cuadro 6, se observa para el caso del rendimiento total de melón el tratamiento cuatro presento diferencia significativa ($P \leq 0.05$) con una media de rendimiento de 38.37 t ha^{-1} , esto tal vez debido a que el efecto del acolchado azul pudo beneficiar al cultivo de melón por tener los valores más altos de radiación reflejada durante la etapa de crecimiento del cultivo e inicio de floración e incrementar la capacidad fotosintética durante estas etapas

del cultivo. Datos similares fueron encontrados utilizando el plástico azul en tomate por Cszinszky, *et al.*, 1995.

Rendimiento en tamaños

El rendimiento de primera se obtuvo diferencia significativa ($P \leq 0.05$) sobresaliendo el tratamiento cuatro con una media de rendimiento de 16.51 t ha^{-1} ; los tratamientos dos, tres y uno son estadísticamente iguales presentando valores de rendimiento muy similares entre si. El tratamiento 5, presento el rendimiento más bajo para esta calidad con rendimiento medio de 2.80 t ha^{-1} . Orzolek, (1993), encontró que la producción comercial de melón durante varios años de estudio presento un 35 % más con el acolchado plástico azul en comparación al acolchado plástico negro. Por otra parte Porter y Etzel, (1982), indican que el incremento de frutos de mayor tamaño es debido a la cantidad de la luz reflejada en los diferentes colores del acolchado plástico. El rendimiento de melón de tamaño de segunda los mejores tratamientos ($P \leq 0.05$) corresponden al dos y cuatro con media de 19.98 y 15.05 t ha^{-1} respectivamente y el tratamiento uno tuvo el rendimiento más bajo con una media de 9.20 t ha^{-1} . El rendimiento de melón de tamaño de tercera sobresa el tratamiento uno ($P \leq 0.05$) con una media de rendimiento de 14.85 t ha^{-1} .

CONCLUSIONES

El acolchado plástico de color azul y blanco proporcionaron la mayor acumulación de radiación reflejada y radiación total durante el periodo de evaluación, crecimiento del cultivo e inicio de floración; los acolchados blanco y azul tuvieron los mayores incrementos de materia seca y área foliar en forma significativa y el mayor contenido de sólidos solubles lo tuvo el acolchado blanco; la mejor respuesta para el rendimiento de tamaño de primera y total se obtuvo con el acolchado de color azul.

BIBLIOGRAFÍA

- BRAULT, D., STEWART, K. A., AND S. JENNE. 2002. Optical properties of paper and polyethylene mulches used for weed control in lettuce. *HortScience* 37: 87-92
- CSIZINSZKY, A. A., SCHUSTER, D. J., J. B. KRINK, 1995. Color mulches influence yield and insect pest population in tomatoes. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 120: 778-784.
- DECOTEAU, D. R. AND H. FRIEND. 1991. Growth and subsequent yield of tomatoes following and of day light treatment of transplants. *HotSci.* 26:1528-1530.
- DECOTEAU, D. R., KASPERBAUER, M. J AND P. G. HUNT. 1990. Bellpepper plant development over mulches of divers colors. *HortScience* 25: 460-462.
- DIELEMAN, J. A., AND E. HEUVELINK. 1992. Factors affecting the number of leaves preceding the first inflorescence in tomato. *J. Hort. Sci.* 67: 1-10
- GARCÍA, E. 1987. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen, para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. 4ª ed. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- HAM, J. M., KLUITEMBERG, G. J., AND W. J. LAMONT. 1993. Optical properties of plastic mulches affect the field temperature regime. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 118: 188-193.
- HATT, H. A., MAHON, M. J., LINVILL, D. E. AND D. R. DECOTEAU. 1993. Influence of spectral qualities and resulting soil temperature of mulch films on bell pepper growth and production. *Proc. 24th Natk. Agr. Plastic Congress.* 26: 233-239.
- HARRIS, R. E., 1965. Polyethylene covers and mulches for corn and bean production in northern regions. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 87: 288-294.
- HEMPHILL, D. D., AND H. G. CLOUGH. 1990. Tomato, Melon and Pepper Production on Degradable and infrared-Trasmiting Mulches in Oregon. *Proc. Nat'l Agr. Plastics Congr.* 22: 7-12.
- JONES, T. L., U.S. JONES AND D. O. EZELL, 1977. Effect of nitrogen and plastic mulch on properties of troupe loamy sand on yield of tomato. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 102: 265-273.
- KACZPERWSKI, M. P., W. H. CARLSON AND M. G. KARLSSON. 1991. Growth and development of petunia x hibrida as a function of temperature and irradiance. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 116 : 232-237.
- KASPERBAUER, M. J. 1999. Colored mulch for food crops. *Chemtech* August1999. American Chemical Society. 40: 171-174.
- KASPERBAUER, M. J. AND J. H. LOUGHRIN. 2004. Butterbean seed yield, color and protein content are affected by photomorphogenesis. *Crop Sci.* 44: 2123-2126.

KLUITENBERG, G. J., HAM, J. M., LAMONT, W. J., XU, L., AND J. R. SCHLUP. 1993. The importance of long wave optical properties in the performance of plastic mulches. Proc. 24th Natl. Agr. plastics. Congress. 25: 255-263.

LAMONT, JR. W. J. 1993. Plastic mulches for production of vegetable crops Hort. Technology 3: 35-39.

LIAKATAS, A., CLARK, J. A. AND L. L. MONTEITH. 1986. Measurement of the heat balance under plastic mulches part. Radiation balance and soil heat Flux. Agric. For Meteorol. Kansas State University Manhattan. 36: 227-239

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- 25 Montreal. Quebec. Canadá.

MISLE E., AND A. NORERO. 2001. Comportamiento térmico del suelo bajo cubiertas plásticas. I. Efecto de diferentes tipos de láminas. Agricultura Técnica (chile) 61:488-499.

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. 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. Agr. Plastic. Cong. 24: 157-161.

ORZOLEK, M. D. 1995. is there difference in red mulch. Proc. Natl. Agr. Plastic Congr. 26: 120-126.

PORTER, W. C. AND W. W. ETZEL. 1982. Effects of aluminum-painted mulch and black polyethylene mulches on bell pepper, *Capsicum annum* L. HortScience. 17: 942-943

Cuadro 1. Análisis inicial del suelo a la profundidad de 0.0 - 0.30 m, del sitio experimental pequeña propiedad las playas. Ciclo otoño invierno del 2006.

Característica	Valor obtenido	Unidades
Textura	Migajón arcilloso	
Da	1.2	$g \cdot cm^{-3}$
pH	7.9	
M.O	1.15	%
NT	4.80	$mg \cdot kg^{-1}$
P	15.5	$mg \cdot kg^{-1}$
K	1150	$mg \cdot kg^{-1}$

Cuadro 2. Radiación reflejada, incidente y total acumulada durante el periodo de evaluación (27 días), de los diferentes tratamientos de acolchado plástico, del sitio experimental pequeña propiedad las Playas. Ciclo otoño invierno del 2006.

Color del Acolchado	PAR promedio Acumulada $Mol \cdot m^{-2}$	Ri $Mol \cdot m^{-2}$	Rt acumulada $Mol \cdot m^{-2}$
Blanco	170.25	1069.57	1239.82
Negro	106.59	1069.57	1176.16
Café	125.85	1069.57	1195.42
Azul	203.97	1069.57	1273.54
Verde	127.16	1069.57	1196.73

Cuadro 3. Radiación reflejada, incidente y total acumulada durante la etapa de crecimiento (20 días evaluados), de los diferentes tratamientos de acolchado plástico, del sitio experimental pequeña propiedad las Playas. Ciclo otoño invierno del 2006.

Color del Acolchado	PAR promedio Acumulada $Mol \cdot m^{-2}$	Ri $Mol \cdot m^{-2}$	Rt acumulada $Mol \cdot m^{-2}$
Blanco	145.77	822.01	967.78
Negro	90.47	822.01	912.48
Café	103.79	822.01	925.80
Azul	148.94	822.01	970.95
Verde	108.66	822.01	930.67

Cuadro 4. Radiación reflejada, incidente y total acumulada durante la etapa de floración (7 días evaluados), de los diferentes tratamientos de acolchado plástico, del sitio experimental las Playas. Ciclo otoño invierno del 2006.

Color del Acolchado	PAR promedio Acumulada Mol·m ⁻²	Ri Mol·m ⁻²	Rt acumulada Mol·m ⁻²
Blanco	24.48	247.55	272.03
Negro	16.12	247.55	263.67
Café	22.06	247.55	269.61
Azul	55.04	247.5	302.59
Verde	18.51	247.5	266.06

Cuadro 5. Valores medios de la materia seca, área foliar y sólidos solubles, de los diferentes tratamientos de acolchado plástico, del sitio experimental pequeña propiedad las Playas. Ciclo otoño invierno del 2006.

Color del Acolchado	Materia seca g	Área foliar cm ²	Sólidos solubles Azucares
(1) Blanco	274.44a ^z	143.92a	8.30a
(4) Azul	199.29b	138.19ab	8.20a
(2) Negro	184.65b	129.74bc	8.25a
(3) Café	168.90c	123.70c	8.20a
(5) Verde	161.59c	119.88c	8.17a

^zValores con la misma letra dentro de cada columna son iguales según la prueba DMS, a una (P≤0.05)

Cuadro 6. Rendimiento total y tamaño del fruto de melón en los diferentes tratamientos de acolchado plástico, del sitio experimental pequeña propiedad las Playas. Ciclo otoño invierno del 2006.

Color del Acolchado	Primera t ha ⁻¹	Segunda t ha ⁻¹	Tercera t ha ⁻¹	Total t ha ⁻¹
(4) Azul	16.51a ^z	15.05b	6.81e	38.37a
(2) Negro	5.47b	19.98a	7.60d	33.05b
(3) Café	5.56b	13.55c	11.34c	30.45c
(1) Blanco	5.50b	9.20d	14.85a	29.55c
(5) Verde	2.80c	12.75c	12.12b	27.67d

^zValores con la misma letra dentro de cada columna son iguales según la prueba DMS, a una (P≤0.05)

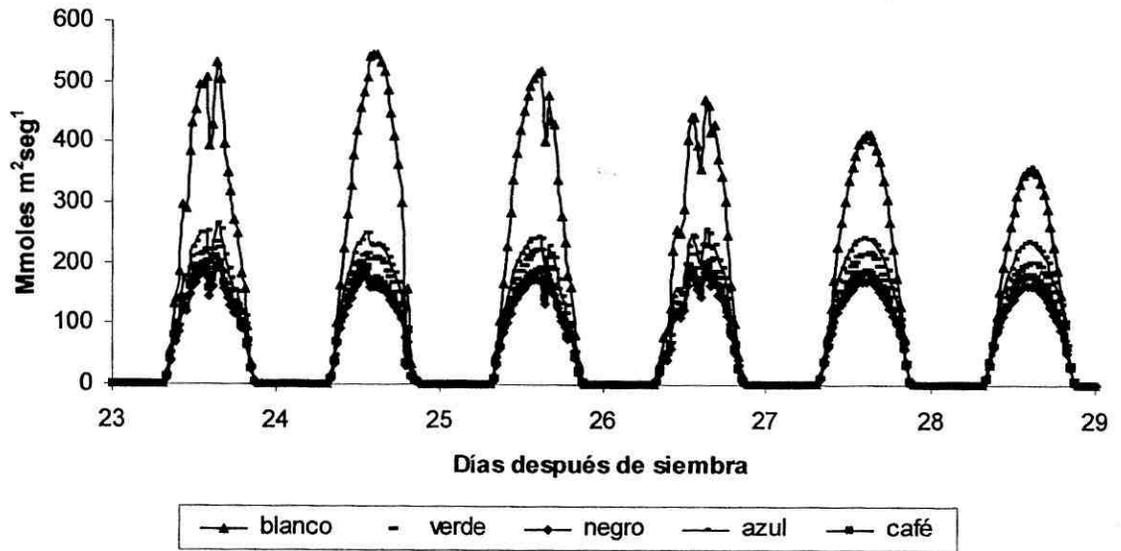


Figura 1. PAR de los diferentes tratamientos de de acolchado plástico, del sitio experimental pequeña propiedad las Playas. Ciclo otoño invierno del 2006.

TEMPERATURA DEL PERFIL SUPERIOR DEL SUELO CON ACOLCHADO PLÁSTICO FOTOSELECTIVO EN EL CULTIVO DE MELÓN

UPPER SOIL PROFILE TEMPERATURE WITH PHOTOSELECTIVE PLASTIC MULCHES IN WATERMELON

H. Zermego-González¹; E. Favela-Chávez²; J. P. Munguía-López³; P. Preciado-Rangel⁴; M. García-Carrillo²; V. de Paúl Álvarez-Reyna²; S. Berúmen-Padilla⁵; E. Martínez-Rubín de Celis⁴

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del acolchado plástico de diferente color en la temperatura del perfil superior del suelo y su relación con el desarrollo, rendimiento y calidad de fruto del cultivo de melón (*Cucumis melo* L.). El trabajo experimental se realizó en la pequeña propiedad las Playas, del municipio de Bermejillo Durango, durante el ciclo agrícola otoño invierno del 2006. Se evaluaron cinco colores de acolchado plástico: blanco, negro, café, azul y verde. La temperatura del suelo se midió a 0.10 y 0.20 m. de profundidad con un microvoltímetro modelo HR-33T Dew point. Los resultados de este estudio muestran que a la profundidad de 0.10 m, el plástico azul indujo la mayor temperatura mientras que con el plástico de color negro se observaron las temperaturas menores en la misma profundidad. Sin embargo a la profundidad de 0.20 m no se observaron diferencias apreciables de temperatura entre los diferentes colores de acolchado plástico. El mayor rendimiento de fruto de calidad de primera y rendimiento total ($P \leq 0.05$) se obtuvo con el acolchado de color azul 16.51 y 38.47 t ha⁻¹ respectivamente, siendo 66.87 y 11.84% mayor que el plástico negro.

Palabras clave. Acolchado plástico, *Cucumis melo* L., temperatura del suelo.

¹Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, UL, Instituto Tecnológico de Torreón. Correo-e: zermegon@yahoo.com.mx.

²Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, UL,

³Centro de Investigación en Química Aplicada, Saltillo Coahuila.

⁴Instituto Tecnológico de Torreón

⁵Facultad de Agricultura y Zootecnia, Venecia Durango

SUMMARY

The objective of this study was to evaluate the plastic mulch effect of different colors in the upper soil profile temperature, and its relationship with growth, yield and fruit quality of watermelon (*Cucumis melo* L) crop. The research was conducted in a farm known as las Playas located in Bermejillo, Durango, Mexico., during the 2006 fall – winter growing season Five colors of plastic mulches were analyzed; white, black, brown, blue and green. The soil temperature was measured at 0.10 and 0.20 m using a microvoltmeter HR-33T model Dew point. The results of the study showed The blue plastic mulch induced the highest temperature at 0.10 m depth, while the black one had the lowest temperature at the same soil depth. However, there were no differences of temperature among the different colors of plastic mulches at the depth of 0.20 m. The blue plastic mulch had the best yield response in first quality and total yields, 16.51 and 38.47 t ha⁻¹ respectively; 66.87 and 11.48% higher than the black plastic mulch.

Index words: Plastic mulch, *Cucumis melo* L., soil temperature.

INTRODUCCIÓN

La utilización del plástico como acolchado sobre el suelo es una técnica que utilizan los agricultores para proteger los cultivos y el suelo de la acción de los agentes atmosféricos, adquiriendo una creciente importancia desde que se inicio la aplicación del polietileno en la agricultura Misle y Norero (2001); El cual influye sobre el crecimiento y productividad de los cultivos. (Liakatas, *et al.*, 1986). El acolchado con polietileno se ha utilizado en la producción ya que influye en el microambiente de la planta y del suelo, acelerando el crecimiento y desarrollo del cultivo por lo que se tiene una ventaja sobre los cultivos manejados en forma tradicional (Decoteau, *et al.*, 1988). Actualmente se utiliza plástico diferente para el acolchado de suelos, en cuanto a color y grosor, por lo que los productores enfrentan problemas para su selección y época de colocación, ya que el color del acolchado plástico determina sus propiedades fotométricas con respecto a la radiación solar (reflexión, absorción y transmisión) y estas influyen en el microclima del follaje de las plantas y temperatura del suelo, (Hemphill y Clough, 1990; Hatt, *et al.*, 1993; Kluitenberg, *et al.*, 1993; Brault, *et al.*, 2002). Con el uso del acolchado plástico se desconoce el efecto del color del acolchado sobre la temperatura del perfil superior del suelo, el desarrollo y el rendimiento, así como la calidad de fruto de melón. . La temperatura en el perfil del suelo depende de la composición química y de las propiedades ópticas del acolchado plástico (Tarara, 2000). El acolchado plástico ocasiona un cambio en el microclima alrededor del

cultivo, ya que modifica la temperatura de la superficie y del perfil superior del suelo, (Lamont, 1993). Lo que refleja en un incremento en el rendimiento de los cultivos, adelantan su cosecha e incrementan la absorción nutrimental (Jones, *et al.*, 1977). Actualmente existe una amplia gama de cubiertas plásticas de diferentes colores (negro, gris, blanco, rojo, verde, metalizado, azul, marrón, café, transparente.), (Kasperbauer, 1999.). El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del acolchado plástico de diferente color en la temperatura del perfil superior del suelo y su relación con el desarrollo, rendimiento y calidad de fruto.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó durante el ciclo agrícola otoño invierno del año 2006 en la pequeña propiedad las Playas, ubicada en el km. 16.5 de la carretera Gómez Palacio – Bermejillo, Durango. El sitio experimental se encuentra localizado a una altitud de 1140 msnm, en valores medios de 25° 56' N y 103.13° O. El clima que predomina es muy seco semicalido (BWH), con una precipitación y temperatura promedio anual es de 260.7 mm y 20.9°C respectivamente. Los meses más calurosos son de mayo a agosto y los más fríos son diciembre y enero, con régimen de lluvias en verano e invierno fresco (García, 1987). Se realizó un muestreo de suelo a la profundidad de 0.0 - 0.30 m para determinar las características físicas y químicas del sitio experimental, los resultados se presentan en el Cuadro 1.

Acolchados plásticos evaluados y manejo agronómico del cultivo

Se evaluaron cinco diferentes colores de acolchado plástico: blanco, negro, café, azul, verde. El acolchado plástico negro se tomo como testigo, ya que es el color que más se utiliza en la Región Lagunera. Correspondiendo al tratamiento uno plástico blanco, tratamiento dos plástico negro, tratamiento tres plástico café, tratamiento cuatro plástico azul y el tratamiento cinco plástico verde. La siembra se realiza el 12 de junio en forma manual colocando dos semillas por “golpe” a 3 cm de profundidad al centro de cada cama acolchada y aun lado de la línea regante. A los 10 días después de emergencia se realizó un aclareo, dejando la planta más vigorosa por punto. La densidad final fue de 20,000 plantas ha⁻¹, distribuidas en 40 camas de 1.20 m de ancho sembradas a 0.20 m entre plantas. La separación entre camas fue de 2.5 m. El sistema de riego utilizado fue goteo (T-Tape) con un gasto de 3 lph por metro de cinta de riego. El riego se dio cada tercer día, aplicando una hora de riego de siembra a 15 días después de emergencia; posteriormente el riego se aplico

diariamente. El cultivo se fertilizó con la dosis 100N– 60P–100K, con la fuente de ácido nítrico al 65%, ácido fosfórico al 75% y sulfato de potasio; a partir de 10 días de emergida la planta distribuyendo en ocho aplicaciones cada 5 días. El experimento se realizó en una superficie de 1875 m², cada tratamiento estuvo formado de tres camas de 50 m de longitud, la unidad experimental consistió de tres camas de 12.5 m de largo y la parcela útil fue de tres camas de cinco m de longitud dejando 3.75 m hacia cada extremo. El diseño experimental que se utilizó fue un completamente al azar con 5 tratamientos que fueron los colores de acolchado plástico al suelo y 4 repeticiones por cada tratamiento. Los datos fueron analizados usando el SAS, PROC GLM (SAS Inst., Cary, North Carolina, EU). Las medias de los datos obtenidos se analizaron usando la prueba DMS (0.05).

Medición de la temperatura del perfil superior del suelo

La temperatura del perfil superior del suelo se midió a 0.10 y 0.20 m de profundidad en una repetición de cada tratamiento evaluado con un microvoltímetro (modelo HR 33T dew point) y termopares tipo T cobre constantan. Las mediciones se realizaron durante la etapa de crecimiento del cultivo durante 10 días que correspondieron del 25 a los 34 dds, antes de la cobertura efectiva, realizándolas cada hora iniciando la primer lectura y final a las 8.00 h y 20:00 h respectivamente para el día 25 dds y para los días 26 al 34 dds se realizaron tres mediciones durante el día que correspondieron a las 8.00, 14.00 y 20:00 h.

Variables agronómicas evaluadas y rendimiento del cultivo de melón

La materia seca de hojas se realizó al inicio de floración, se tomaron 100 hojas hacia cada extremo de la parcela útil dando un total de 200, estas se secaron a una temperatura de 75 °C durante 48 h. y posteriormente se registro el peso seco con una balanza analítica para cada uno de los tratamientos, de estas mismas muestras se tomaron 30 hojas de tres diferentes tamaños y por medio de una regresión en base a peso y área se obtuvo el promedio del área foliar. La determinación de los sólidos totales disueltos se tomo un fruto de cada calidad evaluada para el rendimiento y con un refractómetro tipo Abbe se realizaron tres mediciones de la parte central de la pulpa de melón y se promediaron para obtener el valor en cada uno de los cortes para cada repetición. El rendimiento de melón se evaluó tomando la parcela útil de cada uno de los tratamientos en las cuatro repeticiones de cada corte, de acuerdo a la comercialización que realiza el productor se consideraron tres calidades que correspondieron a fruto mayor de 2.20 kg, como calidad de primera; fruto

comprendidos entre 1.70 y 2.19 kg, como calidad de segunda y fruto menor de 1.70 kg, como calidad de tercera y el rendimiento total se obtuvo de la suma de las tres calidades.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el desarrollo de este capítulo se discutirá en primer orden la variable de la temperatura del perfil superior del suelo proporcionada por los diferentes tratamientos evaluados y posteriormente sus efectos sobre las variables agronómicas evaluadas, calidad del fruto de melón, rendimiento total del fruto y rendimiento en tamaños.

Temperatura 0.10 m del perfil superior del suelo

La temperatura del perfil superior del suelo en los primeros 0.10 m de profundidad proporcionada por los diferentes tratamientos para el día 26 dds se presenta en la Figura 1 se observa que en las primeras horas del día la temperatura inicia baja incrementándose progresivamente conforme transcurre la hora del día, en esta profundidad se tienen las temperaturas más altas al final del día, esto debido a que la capa superficial del suelo acolchado recibe directamente la radiación solar y acumula el calentamiento durante todo el día, se registro la temperatura más alta de 41 y 39 °C para los tratamientos cuatro y tres respectivamente, la temperatura medias más altas se tienen para los tratamientos cuatro y dos con valores de 34.38 y 32.23 °C respectivamente; (Orzolek , 1993), menciona que al realizar un experimento bajo diferentes colores de acolchado plástico, encontró que el polietileno azul produjo las temperaturas más altas del suelo seguidas por el plástico de color amarillo, rojo y negro. La temperatura media más baja se tiene para los tratamientos uno y cinco con valores 30 y 31 °C respectivamente. Wien y Minotti, (1987), mencionan que la temperatura más baja se obtuvo con el acolchado plástico al suelo de color blanco con fluctuaciones de temperatura de 20.5 hasta 36.0 °C. El promedio de la temperatura para esta profundidad comprendida entre los días 26 al 34 dds se presentan en la Figura 2, se aprecia que la menor y mayor temperatura es para los tratamientos uno y cuatro respectivamente, esto debido a que durante este periodo el cultivo establecido en el tratamiento uno tuvo un rápido crecimiento y cubrió gran parte del acolchado, además de ser el tratamiento que tiene mayor reflexión y no permite el paso de la radiación al suelo. Sin embargo durante este mismo periodo el cultivo establecido en el tratamiento cuatro no presento una cobertura tan amplia de manera que permitió que llegara mayor radiación al suelo, además de presentar este tratamiento mayor transmisión a la radiación.. Splittstoesser y Brown, (1991), señalan que la temperatura del suelo durante el día se

incrementa con el uso de películas transparentes y esta puede variar hasta por 10 °C, esto dependiendo de la estación del año, el tipo de suelo, humedad del suelo y la cantidad e intensidad lumínica. Sin embargo (Decoteau *et al.*, 1989), reporta que las temperaturas del suelo más altas las proporcionan los acolchados plásticos de color negro y rojo.

Temperatura 0.20 m del perfil superior del suelo

La temperatura del perfil superior del suelo a 0.20 m de profundidad proporcionada por los diferentes tratamientos para el día 26 dds se presenta en la Figura 3. El promedio de la temperatura para esta profundidad comprendida entre los días 26 al 34 dds se presenta en la Figura 4, se aprecia que esta tiende a permanecer constante teniendo ligeros incrementos conforme transcurre la hora del día, esto debido a que la radiación solar recibida durante las horas del día no logra calentar lo suficiente las capas más profundas del suelo presentando de igual manera que la capa superficial de 0.10 m. las temperaturas más altas y bajas para los tratamientos cuatro y uno respectivamente. (Burgueño, 1999), menciona que los plásticos mantienen temperaturas más constantes a mayor profundidad del suelo, proporcionando un hábitat más estable para la raíz.

Materia seca y área foliar

El contenido de materia seca y área foliar del muestreo presento diferencia significativa ($P \leq 0.05$). Los resultados se presenta en el cuadro 2, se observa que sobresale el tratamiento uno con 274.44 g, esto debido tal vez a que el crecimiento inicial del cultivo fue muy rápido, le sigue el tratamiento cuatro con 199.29 g; para la variable de área foliar los valores más altos fueron con los mismos tratamientos que para la variable de materia seca con valores de 143.92 y 138.19 cm² respectivamente, La mayor temperatura en suelo acolchado que proporciona el tratamiento cuatro quizá contribuyo a una mayor superficie foliar y masa seca de planta ya que esta es importante en el crecimiento y desarrollo de la planta porque afecta los procesos fisiológicos en el sistema radical como la absorción de agua y nutrimentos minerales (Decoteau, *et al.*, 1989; Dodd, *et al.*, 2000); el acolchado plástico incrementa la temperatura del suelo y aire, favoreciendo que el nitrógeno del suelo se encuentre disponible para las plantas incrementando su respuesta vegetativa (Stapleton y Devay, 1984); la temperatura de suelo es uno de los principales factores que regulan la acumulación de biomasa y el crecimiento y su función podría estar basada en el color de la película de acolchado (Wolf *et al.*, 1990).

Calidad del fruto

El contenido de sólidos solubles es importante para definir los frutos maduros del fruto de melón (grados brix), estos valores se presentan en el Cuadro 2, no presento diferencia significativa para ninguno de los tratamientos, sin embargo, en este estudio todos los tratamientos presentan una calidad buena, ya que con un valor arriba de 8 es considerado aceptable; se observa que sobresale el tratamiento uno con una media de 8.30 esto debido tal vez a que se obtuvieron mayor cantidad de frutos pequeños para este tratamiento y la cantidad de sólidos solubles se concentra más en frutos de menor tamaño.

Rendimiento total del fruto

Los resultados del rendimiento total de melón y diferentes tamaños del fruto se presentan en el Cuadro 3, para el rendimiento total de melón el tratamiento 4 presento diferencia significativa ($P \leq 0.05$) con una media de rendimiento de 38.37 t ha^{-1} , el efecto del acolchado azul pudo beneficiar al cultivo de melón por tener los valores más altos de la temperatura del perfil superior del suelo y haber incrementado en forma significativa las variables del contenido de materia seca y área foliar (Braudoin, *et al.*, 2000), menciona que la temperatura del suelo es un factor importante que afecta la permeabilidad de la raíz, la absorción de agua y nutrientes, actividad metabólica de la raíz de las plantas y de los microorganismos del suelo afectando su interacción y repercutiendo en el desarrollo y rendimiento de los cultivos; (Ibarra *et al.*, 2000), menciona que la masa seca de planta en estudios previos ha sido indicativo de mayor rendimiento en los cultivos; (Csizinszky, *et al.*, 1995). Encontraron resultados similares utilizando el mismo color de plástico azul en tomate.

Rendimiento en tamaños

En el rendimiento de tamaño de primera calidad del fruto de melón se obtuvo diferencia significativa ($P \leq 0.05$) sobresaliendo el tratamiento cuatro con una media de rendimiento de 16.51 t ha^{-1} ; los tratamientos dos, tres y uno son estadísticamente iguales presentando valores de rendimiento muy similares entre sí y el tratamiento cinco presento el rendimiento más bajo para esta calidad con rendimiento medio de 2.80 t ha^{-1} . (Orzolek, 1993), menciona que la producción comercial de melón durante varios años de estudio presento un 35% más con el acolchado plástico azul en comparación al acolchado plástico negro. Para el rendimiento de melón de tamaño de segunda los mejores tratamientos en

forma significativa ($P \leq 0.05$) corresponden al dos y cuatro con media de 19.98 y 15.05 t ha⁻¹ respectivamente y el tratamiento uno tuvo el rendimiento más bajo con una media de 9.20 t ha⁻¹. El rendimiento de tamaño de tercera calidad sobrepasa significativamente el tratamiento 1 ($P \leq 0.05$) con una media de rendimiento de 14.85 t ha⁻¹.

CONCLUSIONES

La mayor y menor temperatura del suelo a 0.10 y 0.20 m. de profundidad se obtuvieron con los tratamientos cuatro y uno respectivamente; Los resultados de este estudio sugieren que modificar la temperatura de suelo resultado del acolchado de diversos colores aumenta el contenido de materia seca y área foliar de plantas de melón y por lo tanto el rendimiento y calidad del fruto.

BIBLIOGRAFÍA

- BRAUDOIN, W., GRAFIADELLIS, M., JIMÉNEZ, R., MARTÍNEZ – GARCÍA, P.F., MONTEIR, O. A. A., NISEN, A., VERLODT, H., DE VILLELE, O., VON ZABELTITZ, C. AND J. C. GARNAUD. 2000. El cultivo protegido en clima mediterráneo. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia.
- BRAULT, D., K. A. STEWART., AND S. JENNI. 2002. Optical properties of paper and polyethylene mulches used for weed control in lettuce. *HortScience* 37: 87-92
- BURGUENÑO, 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 population in tomatoes. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 120: 778-784.
- DECOTEAU, D. R., M. J. KASPERBAUER., D. D. DANIELS., AND P.G. HUNT. 1988. Plastic mulch color effects on reflected light and tomato plant growth. *Scientia Hort.* 34:169-175
- DECOTEAU, D. R., KASPERBAUER, M. J., AND P. G. HUNT. 1989. Mulch surface color affects yield of fresh –market tomatoes. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 114: 216-219 development over mulches of divers colors. *HortScience* 25: 460-462.
- DODD, I.C., J. HE., C. G. N TURNBULL., S. K. LEE., AND C. CRITCHLEY. 2000. The influence of supra-optimal root-zone temperatures on growth and stomatal conductance in *Casium annuum* L.J. *Expt. Bot.* 51:239-248.
- GARCÍA, E. 1987. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen, para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. 4ª ed. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.
- HATT, H. A., MAHON, M. J., LINVILL, D. E. AND D. R. DECOTEAU. 1993. Influence of spectral qualities and resulting soil temperature of mulch films on bell pepper growth and production. *Proc. 24th Natk. Agr. PlasticCongress.* 26: 233-239.
- HEMPHILL, D. D. AND H. G. CLOUGH. 1990. Tomato, Melon and Pepper Production on Degradable and infrared-Trasmiting Mulches in Oregon. *Proc. Nat'l Agr. Plastics Congr.* 22: 7-12.
- JONES, T. L., U. S. JONES., AND D. O. EZELL, 1977. Effect of nitrogen and plastic mulch on properties of troup loamy sand on yield of tomato. *J. Am. Soc. Hort. Sci.*, 102: 265-273.
- KASPERBAUER, M. J. 1999. Colored mulch for food crops. *Chemtech August 1999. American Chemical Society.* 40: 171- 174.

KLUITENBERG, G J., HAM, J. M., LAMONT, W. J., XU, L. AND J. R. SCHLUP. 1993. The importance of long wave optical properties in the performance of plastic mulches. Proc. 24th Natl. Agr. plastic. Congr. 25: 255-263.

LAMONT, JR., W. J. 1993. Plastic mulches for production of vegetable crops Hort. Technology 3: 35-39.

LIAKATAS, A., CLARK, J. A. AND J. L. MONTEITH, 1986. Measurement of the heat balance under plastic mulches part. Radiation balance and soil heat Flux. Agric. For Meteorol. Kansas State University Manhattan. 36: 227-239

MISLE E., AND A. NORERO. 2001. Comportamiento térmico del suelo bajo cubiertas plásticas. I. Efecto de diferentes tipos de láminas. Agricultura Técnica (chile) 61:488-499.

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.

SPLITTSTOESSER, W. E., AND J. E. BROWN. 1991. Current changes in plasticulture for crop production. Proc. Natl. Agric. Plastic Congress. 23. 241-251. Alabama University. Mobile. Alabama.

STAPLETON, J. Y., AND J. E. DEVAY., 1984. Thermal components of soil solarization as related to changes in soil and root microflora and increased plant growth response. Phytopathology. 74: 265-260

TARARA, L. M. 2000. Microclimate modification with plastic mulch. Hort Science 35: 169-180.

WIEN, H. C. AND P. L. MINOTTI. 1987. Growth yield and nutrient uptake of Transplanted - fresh - market tomatoes as affected by plastic mulch and initial nitrogen rate. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112: 759 - 763

WOLF, S., A. MARANI., AND J. RUDICH. 1990. Effects of temperature and photoperiod on Assimilate partitioning in potato plants. Ann. Bot. 66: 513-520

Cuadro 1. Análisis inicial del suelo a la profundidad de 0.0 - 0.30 m, del sitio experimental pequeña propiedad las playas Ciclo otoño invierno del 2006.

Característica	Valor obtenido	Unidades
Textura	Migajón arcilloso	
Da	1.2	g * cm ⁻³
pH	7.9	
M.O	1.15	%
NT	4.80	mg * kg ⁻¹
P	15.5	mg * kg ⁻¹
K	1150	mg * kg ⁻¹

Cuadro 2. Valores medios de materia seca, área foliar y sólidos solubles en los diferentes tratamientos de acolchado plástico de color, del sitio experimental pequeña propiedad las playas. Ciclo otoño invierno del 2006.

Color del Acolchado	Materia seca g	Área foliar cm ²	Sólidos solubles Azúcares
(1) Blanco	274.44a ^z	143.92a	8.30a
(4) Azul	199.29b	138.19ab	8.20a
(2) Negro	184.65b	129.74bc	8.25a
(3) Café	168.90c	123.70c	8.20a
(5) Verde	161.59c	119.88c	8.17a

^zValores con la misma letra dentro de cada columna son iguales según la prueba DMS, a una (P≤0.05)

Cuadro 3. Rendimiento total y tamaño del fruto de melón en los diferentes tratamientos de acolchado plástico de color, del sitio experimental pequeña propiedad las Playas. Ciclo otoño invierno del 2006.

Color del Acolchado	Primera t ha ⁻¹	Segunda t ha ⁻¹	Tercera t ha ⁻¹	Total t ha ⁻¹
(4) Azul	16.51a ^z	15.05b	6.81e	38.37a
(2) Negro	5.47b	19.98a	7.60d	33.05b
(3) Café	5.56b	13.55c	11.34c	30.45c
(1) Blanco	5.50b	9.20d	14.85a	29.55c
(5) Verde	2.80c	12.75c	12.12b	27.67d

^zValores con la misma letra dentro de cada columna son iguales según la prueba DMS, a una (P≤0.05)

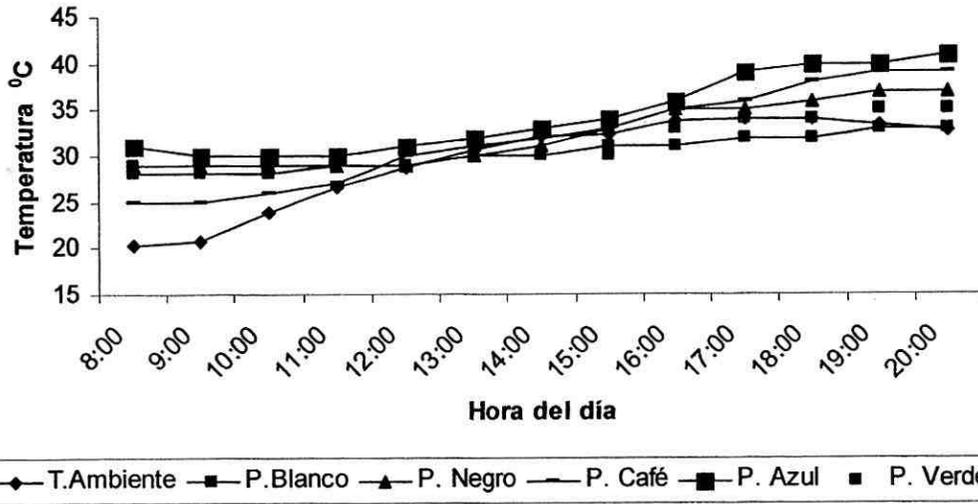


Figura 1. Temperatura del suelo a 0.10 m de profundidad en el día 26 dds, proporcionada por los diferentes tratamientos de acolchado plástico de color del sitio experimental pequeña propiedad las Playas. Ciclo otoño invierno del 2006.

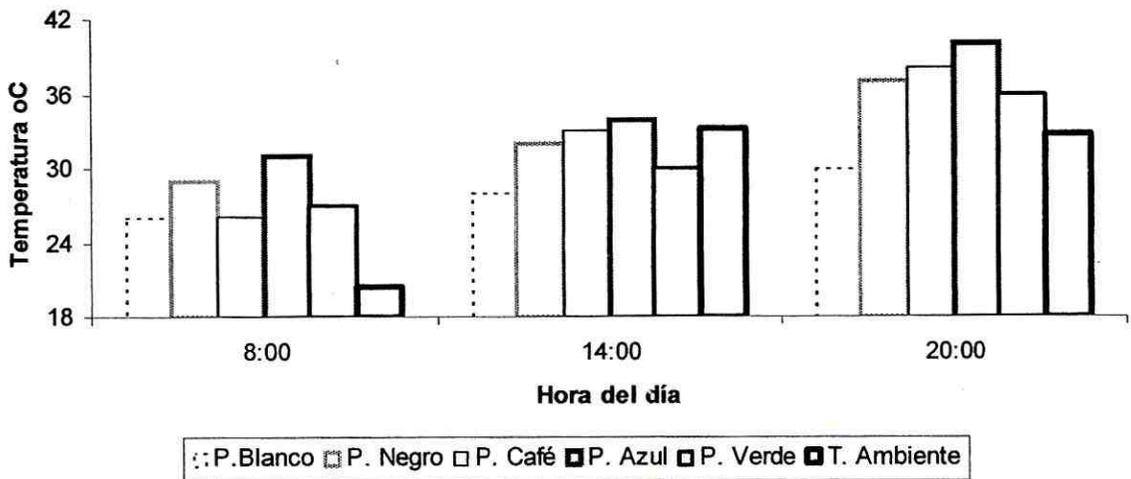


Figura 2. Temperatura del suelo a 0.10 m de profundidad del promedio obtenido entre los días 26 al 34 dds proporcionada por los diferentes tratamientos de acolchado plástico de color del sitio experimental pequeña propiedad las Playas. Ciclo otoño invierno del 2006.

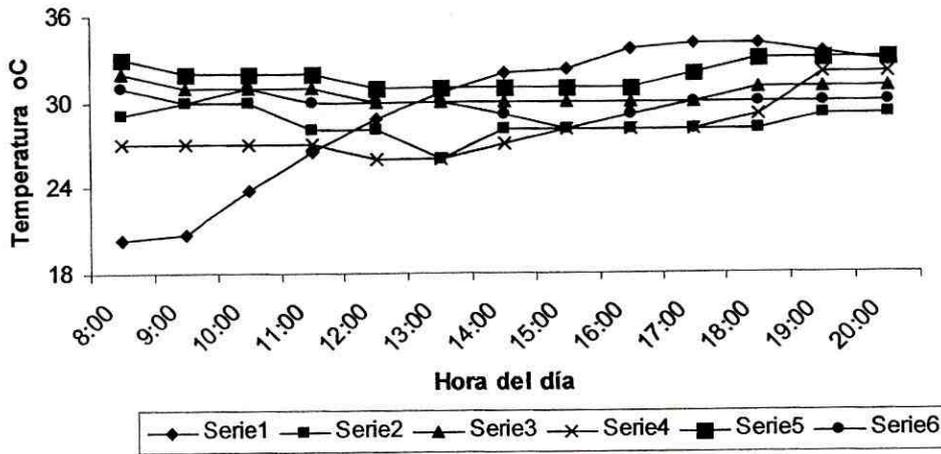


Figura 3. Temperatura del suelo a 0.20 m de profundidad, en el día 26 dds proporcionada por los diferentes tratamientos de acolchado plástico de color del sitio experimental pequeña propiedad las Playas. Ciclo otoño invierno del 2006.

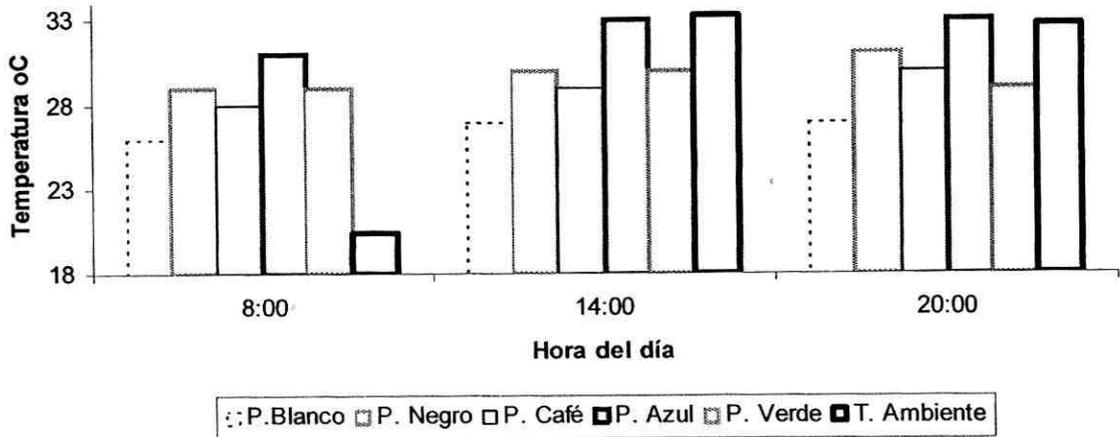


Figura 4. Temperatura del suelo a 0.20 m de profundidad del promedio obtenido entre los días 26 al 34 dds proporcionada por los diferentes tratamientos de acolchado plástico de color del sitio experimental pequeña propiedad las Playas. Ciclo otoño invierno del 2006.

3 LITERATURA CITADA GENERAL

- Alpí, A: y Tognoni, F: 1991. "Cultivo en invernadero". Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España.
- Aylsworth, D. J. 1997. Novedades sobre plásticos. Productores de Hortalizas.
- Benito, C. C. 2003. Efecto de Acolchado Plástico de Varios Colores Sobre los Componentes de Rendimiento de un Cultivo de Pimiento Morrón (Capsicum annuum L.) cv. Capistrano. Tesis de Licenciatura U.A.A.A.N, Saltillo, Coahuila. México.
- Berúmen, P. S., Maldonado, G. M., Figueroa, V. R., Salazar, S. E., López, M. J. D., Vásquez, V. C. 2005. Comportamiento de la temperatura del suelo bajo condiciones de acolchado plástico y niveles de riego. XVII Semana Internacional de Agronomía. Universidad Juárez del Estado de Durango. Dgo. México.
- Bhella, H. S. 1988. Tomato response to trickle irrigation and black polyethylene mulch. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 113: 543-546.
- Blanco, P., García. C. y Acuña, J. 2004. Comparación de tres tipos de acolchado plástico en papa criolla (Solanum phureja juz. et buk) certificada clon I. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Civil y Agrícola.
- Brault, D., Stewart, K. A; Jenne. S. 2002. Optical properties of paper and polyethylene mulches used for weed control in lettuce. HortScience 37: 87-

- Braudoin, W., Grafiadellis, M., Jiménez, R., Martínez, G. P. F., Monteir, O. A. A., Nisen, A., Verlodt, H., De Villele, O., Von Zabeltitz, C. y Garnaud, J. C. 2000. El cultivo protegido en clima mediterráneo. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia.
- Brault, D., Stewart, K. A. and Jenni. S. 2002. Optical properties of paper and Polyethylene mulches used for weed control in lettuce. *HortiScience* 37: 87-92.
- Bradburne, J. A., M. J. Kasperbauer, J. N. Mathis. 1989. Reflected far-red light effects on chlorophyll and light harvesting chlorophyll protein (LCH-11) contents under field conditions. *Plant Physiology*. 91: 800-803.
- Burgueño, H. 1994. Bursag S. A De C. V. "Los análisis de savia y el manejo de fertigación en los cultivos hortícolas con acolchado plástico" Ponencia. 2º Congreso Internacional de Nuevas Tecnologías Agrícolas. Nuevo Vallarta, Nayarit.
- Burgueño, H. 1999. La fertigación en cultivos hortícolas con acolchado plástico. Bursag S.A de C.V. *Horticultura Mexicana*. 3: 28-54.
- Burgueño, H. 1999b. Las fluctuaciones de temperatura son menores en suelos acolchados y no presentan respuesta significativa por el color del plástico.
- Cano, R. P. 1991. Principales características de los nuevos híbridos de melón. 2º día del melonero. Publicación especial. Num. 37, INIFAP-CELALA.
- Castaños, C. M. 1993. Horticultura. Manejo Simplificado. Primera Edición. Universidad Autónoma Chapingo. Dirección General del Patronato Universitario, Chapingo, México.
- Claridades Agropecuarias. 2000. El melón. Número 8. 84: 1-10.

- Cooper, A. J. 1973. Root temperature and plant growth - A review Slough, England: Commonwealth. Agriculture Bureaux. 1 – 73.
- Compean, E. F. 2001. Efecto de acolchados orgánicos e inorgánicos sobre la temperatura y humedad del suelo y el desarrollo de cassia (*cassia corymbosa*). Tesis de Maestría. Universidad Juárez del Estado de Dgo., Durango, México.
- Csizinszky, A. A., Schuster, D. J., Krink, J. B. 1995. Color mulches influence yield and insect pest population in tomatoes. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 120: 778-784.
- Decoteau, D. R., Kasperbauer, M. J., Daniels, D.D. and Hunt, P.G. 1988. Plastic Mulch color effects on reflected light and tomato plant growth. *Scientia Horticulturae*. 34: 169-175.
- Decoteau, D. R., Kasperbauer, M. J. and Hunt, P. G. 1989. Mulch surface color effects yield of fresh-market tomatoes. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 114: 216-219.
- Decoteau, D. R. and Friend, H. 1991. Growth and subsequent yield of tomatoes following and of day light treatment of transplants. *HotSci*. 26:1528-1530.
- Decoteau, D. R., Kasperbauer, M. J. and Hunt, P. G. 1990. Bellpepper plant development over mulches of divers colors. *HortScience* 25: 460-462.
- Dieleman, J. A and Heuvelink. E. 1992. Factors affecting the number of leaves preceding the first inflorescence in tomato. *J. Hort. Sci.* 67: 1-10
- De Santiago, J. 1996. Programación de siembra de chiles verdes, Productores de hortalizas. Publicaciones, periódicas, México, D.F.
- De Santiago, J. y Randolph. 1996. Casados con la Plasticultura. Productores de Hortalizas.

- Dodd, I. C., Turnbull, C. G. N., Lee, S. K and Critchley. C. 2000. The influence of supra-optimal root-zone temperatures on growth and stomatal conductance in *Casium annuum* L.J. Expt. Bot. 51:239-248.
- Espinoza, A. J. J. 1991. Diagnostico técnico - económico del melón en la Comarca Lagunera. Informe de Investigación Agrícola. CELALA-CIFAP-RL-INIFAP.
- Espinoza, A. J. J; Orona, C. I; Cano, R. P. 2003. 5º Día del melonero, Técnicas actualizadas para producir melón. CELALA-CIFAP-RL-INIFAP.
- Espinoza, A. J. J. 1990. Situación del cultivo de melón en la Comarca Lagunera. Aspectos Técnicos y Socioeconómicos. Primer día del melonero. SARH-CIAN-CAELALA. Mamoros Coahuila, México. Publicación especial No. 33.
- Flores, M. I. 1997. Evaluación de tipos de plásticos en la producción de melón (*Cucumis melo* L.) con acolchado y fertirrigación bajo las condiciones de Paila Coahuila. Tesis de Licenciatura. U.A.A.A.N, Saltillo, Coahuila, México.
- Gabriel, E. L., Lotti, H., Benito, R. M. and Larroque, O. R. 1994. Effect of mulch color on yield of fresh-market tomatoes (*Lycopersicon esculentum* L.) . Acta Hortic. 357: 243-250.
- García, A. J. 1997. Manual de acolchados. Segunda parte. Revista Productores de Hortalizas.
- García, E. 1987. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen, para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. 4ª ed. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.

- Gómez, H. J. 2003. Efecto del acolchado plástico de varios colores sobre algunos aspectos fisiológicos en pimiento morrón (*Capsicum annum* L) Var. Capsitrano. Tesis de licenciatura U.A.A.A.N, Saltillo, Coahuila, México.
- Green, S. R. 1993. Radiation balance transpiration and photosynthesis o fan insolated tree. *Agric. For Meterol.* 64: 210-221.
- Guzmán, V. A. 2003. Cambios anatómicos del sistema vascular por efecto de la radiación reflejada de diferentes colores de acolchado. Tesis licenciatura. U.A.A.A.N, Saltillo, Coahuila, México.
- Ham, J. M., Kluitenberg, G. J. and Lamont, W. J. 1993. Optical properties of plastic mulches affect the field temperature regime. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 118: 188-193.
- Ham, J. M., kluitenberg, G. J. and Lamont, W. J. 1991. Potential impact of plastic mulches on the above ground plant environment. *Proc. Nat. Agr. Plastics Congress. Kansas State University, Manhattan* 21: 63-39.
- Hatt, H. A., Mahon, M. C., Linvill, M. J. and Decoteau, D. R. 1993. Influence of spectral qualities and resulting soil temperature of mulch films on bell pepper growth and production. *Proc. 24th Natk. Agr. Plastics Congress.* 26: 233 – 239.
- Hatt, H. A., D. Decoteau, and D. E. Linvill. 1995. Development of a polyethylene mulch system that changes color in the field. *HortScience.* 28: 265-269.
- Harris, R. E. 1965. Polyethylene covers and mulches for corn and bean production in northern regions. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 87: 288-294.
- Halfacre, G. R. y Barden, A. J. 1984. *Horticultura.* A. G. T. Editor, México.

- Hemphill, D. D. and Clough, H. G. 1990. Tomato, Melon and Pepper Production on degradable and infrared-Trasmiting Mulches in Oregon. Proc. Nat. Agr. Plastics. Congress. 22: 7-12.
- Hernández, D. J., Bacópulos T. E., Robledo T. V., Ramírez, G. H., Reyes, S. V. y Alonso, V. R. 2007 . Efectos agronómicos en plántula de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo cubiertas de colores. XIX Semana Internacional de Agronomía. Universidad Juárez del Estado de Durango. Dgo. México.
- Ibarra, J. L. y Rodríguez, P. A. 1991. Validación del acolchado plástico en tomate, pepino, sandía y algodón en el noroeste de México, Revista Terra. 9: 150-156.
- Ibarra, J. L. and Diaz, J. 2001. Growth and yield of muskmelon in response of plastic mulch and row cover. Scientia Horticultrae. 87:139-145.
- Jones, T. L., Jones, U. S. and Ezell, D. O. 1977. Effect of nitrogen and plastic mulch on properties of troupe loamy sand on yield of tomato. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 102: 265-273.
- Kaczperwski, M. P., Carlson, W. H. and Karlsson, M. G. 1991. Growth and development of petunia x hibrida as a function of temperature and irradiance. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116 : 232-237.
- Kasperbauer, M. J. 1999. Colored mulch for food crops. Chemtech August 1999. American Chemical Society. 40: 171-174.
- Kasperbauer, M. J. and Loughrin, J. H. 2004. Butterbean seed yield, color and protein content are affected by photomorphogenesis. Crop Sci. 44: 2123-2126.

- Kasperbauer, M. J. 2000. Strawberry yield over red Vs black plastic mulch. *Crop Sci.* 40: 171-174.
- Kasperbauer, M. J. y Hunt, P. G. 1986. Colored plastics mulches end tomato morphogenesis. *Proc. Natl. Agr. Plastics Congress.* 19: 240-248.
- Kluitenberg, G. J., Ham, J. M., Lamont, W. J., XU, L. and Sshlup, J. R. 1993. The importance of long wave optical properties in the performance of plastic mulches. *Proc. 24th Natl. Agr. plastics. Congress.* 25. 255-263.
- Lamont, JR. W. J. 1993. Plastic mulches for production of vegetable crops *Hort. Technology* 3: 35-39.
- Lara, Z. M. A. 1993. Efecto de las películas fotoselectivas de plástico para acolchado de suelos en el cultivo de pimiento morrón *Capsicum annum cv Yolo Wonder*. Tesis licenciatura. U.A.A.A.N, Saltillo, Coahuila, México.
- Liakatas, A, Clark, J. A. and Monteith, J. L. 1986. Measurement of the heat balance under plastic mulches part. Radiation balance and soil heat Flux. *Agric. For Meteorol. Kansas State University Manhattan.* 36: 227-239.
- Li Feng - Min., AnHong, Guo. and Hong, Wei. 1999. Effects of clear plastic film mulch on yield of spring wheat. *Field Crops Research* 63:79-86.
- Loy, B. J. and Wells, O. S. 1990. Effects of IR T mulches on soil temperature early vegetative development and weed growth. *Proc. Natl. Plastics. Congress.* 22:19- 25 Montreal. Quebec. Canadá.
- Maiero, M. and Schales, F. D. 1987. Genotype and Plastic Mulch effects on earliness fruit, characteristics, and yield in muskmelon. *Hort.Science.* 22: 945-946.
- Martinez, S. J. y Villa, C. M. M. 1982. Plásticos en la agricultura, acolchados y túneles. SARCH. Coah. Y Dgo. CENAMAR, Dgo. México.

- Martínez, H. S. A. 1999. Evaluación de dos cultivares de pimiento morrón (*Capsicum annum* L.) cv. Yolo Gonder. Tesis de Licenciatura. U.A.A.A.N, Saltillo, Coahuila, México.
- Martinez, D. J. 2003. Respuesta del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill), al acolchado plástico y abono orgánico con riego por cintilla. Tesis de Maestría. Universidad Juárez del Estado de Durango. Dgo. México.
- Maldonado, G. J. M. 2005. Efecto de tres colores de acolchado plástico en el desarrollo y rendimiento del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) y la temperatura del suelo irrigado con cintilla. Tesis de Maestría. Universidad Juárez del Estado de Durango. Dgo. México.
- Mendoza, M. S. F., Inzunza, I. M. A., Villa, C. M. M., Catalán, V. E. A., Román, L. A., Sánchez. C. I. 2004. Efecto del color del acolchado plástico y la profundidad de colocación de la cintilla para riego en la producción de melón. XVI Semana Internacional de Agronomía. Universidad Juárez del Estado de Durango. Dgo. México.
- Misle, E., A. Norero. 2001. Comportamiento térmico del suelo bajo cubiertas plásticas. Efecto de diferentes tipos de láminas. *Agricultura Técnica (chile)* 61: 488-499. Moens, F. 1991. The use of surface active additives as anti- fog agents in agricultural films. In: Proc. Nat. Agric. Plastics Congress. American Society for plasticulture. Mobile, Alabama. 23: 188-195.
- Munguía, L. J., Quezada, R., Zermeño, G. and Peña, V. 1998. Plastic mulch Effect on the spatial distribution of solutes and water in the soil profile and relationship with growth and yield of muskmelon crop. 27th National Agricultural Plastics Congress. University of Arizona, Tucson. 173-177.

- Niño, L. C. 2006. Variables fonológicas en el cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) bajo diferentes mejoradores de riego y acolchado plástico. Tesis de Maestría. Universidad Juárez del Estado de Durango. Dgo. México.
- Orzolek, M. D., Murphy J., and Ciardi, J. 1993. The effect of colored polyethylene mulch on the yield of squash, tomato and cauliflower. The Pennsylvania State University . Proc. Nat. Agr. Plastics. Congress. 24: 157–161.
- Orzolek, M. D. and Murphy, J. H. 1993. The effect of colored polyethylene mulch on the yield of scuash on pepper 24th National Agricultural Plastics Congress. 24: 157-161
- Orzolek, M. D. 1993. The effect of colored polyethylene mulch on the yield of scuash and pepper. Proc. Natl. Agr. Plastics. Congress. 24: 157-161.
- Orzolek, M. D. 1995. is there difference in red mulch. Proc. Natl. Agr. Plastic. Congr. 26: 120-126.
- Papaseit, P. J., Badiola, J., y Armengol. 1997. Los plásticos y la agricultura. Ediciones de horticultura , S. L. España.
- Peña, R. R. 1981. Utilización de los plásticos para la protección de los suelos en zonas áridas, (una alternativa de producción). Boletín No. 1. UACH. México.
- Poeter, W. C. and Etzel, W. W. 1982. Effects of aluminum-painted mulch and black polyethylene mulches on bell pepper, *Capsicum annum* L. HortScience. 17: 942-943
- Printz. P. 1994. Nuevas Tecnologías Agrícolas, Primer Congreso Internacional de nuevas tecnologías agrícolas, la plasticultura en el mundo, Nuevo Vallarta, Nayarit, México.

- Quezada, M. R. 1996. Evaluación de películas plásticas foto y fotobiodegradables para acolchado de suelo en el cultivo de melón (*cucumis melo* L). Tesis de Maestría. U. A.A.A.N, Saltillo, Coahuila, México.
- Quezada, M. R., De la rosa, M., Munguía, L. J., Ibarra, J. L. y Cedeño, M. 2003. Diferencias en la degradación de películas fotodegradables para acolchado, causadas por el manejo del cultivo de melón (*Cucumis melo* L.) Internacional, J. Exp. Bot. 135-142.
- Quezada, M. R., Vásquez, M. J. L., Munguía, L. J., Ibarra, J. L., De la Rosa, I. M. 2006. Efecto del acolchado con películas fotoselectivas de diferentes características fotométricas, sobre el crecimiento y rendimiento del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). XVII Congreso internacional de plásticos en la Agricultura., VIII Congreso Iberoamericano de Plásticos en la Agricultura, Buenos Aires, Argentina.
- Quezada, M. R. 2008. Modificación de las condiciones microambientales con acolchados coloreados y su efecto sobre algunos índices de crecimiento y rendimiento de pimiento morón. X Congreso Iberoamericano de plásticos en la agricultura. Saltillo, Coahuila, México.
- Ramírez, V. J. 1996. El uso de acolchados plásticos en la horticultura. Primera Edición U A S. Universidad Autónoma de Sinaloa. Departamento de comunicación Educativa y Divulgación de la Facultad de Agronomía, Culiacán Rosales, Sinaloa, México.
- Robledo, F. y Martín, L. 1988. Aplicaciones de los Plásticos en la Agricultura. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.

Robledo, T. V., Ramírez, G. F., Hernández, D. J., Reyes, S. M., Benavides, M. A., Sandoval, R. 2007. Respuesta del rendimiento y vasos del xilema en melón al uso de acolchados plásticos fotoselectivos. XIX Semana Internacional de Agronomía. Universidad Juárez del Estado de Durango. Facultad de Agricultura y Zootecnia. Venecia, Dgo. México.

Roblero, M. A. C. 2007. Producción de plántulas de chile jalapeño (*Capsicum Annum L.*) bajo películas fotoselectivas. Tesis de licenciatura. U.A.A.A.N, Buenavista, Saltillo Coahuila, México.

SAGARPA. 2002. Delegación de la Región Lagunera Coahuila Durango. Anuario Estadístico de la Producción Agropecuaria. Cd. Lerdo, Dgo.

Sanchez, T. K. 2003. Análisis del crecimiento en Pimiento Morrón (*Capsicum annum L.*) Cultivado con acolchado de varios colores. Tesis de licenciatura UAAAN, Saltillo Coahuila, México.

Schales, F. D. and Sheldrake, R. 1963. Mulch effects on soil conditions and muskmelon response. Proc. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 88: 245-430 University of Illinois, Urbana Champaign.

Serrano, C. Z. 1994. Construcción de invernaderos. Ediciones Mundi- Prensa. Madrid, España.

Splitstoeser, W. E and Brown, J. E. 1991. Current changes in plasticulture for crop production. Proc. Natl. Agric. Plastics. Congress. 23. 241-251. Alabama University. Mobile. Alabama.

Stapleton, J. y Devay, E. 1984. Thermal components of soil solarization as related to changes in soil and root microflora and increased plant growth response. Phytopathology. 74: 265-260

- Tarara, J. M. 2000. Microclimate modification with plastic mulch. Hortscience 35: 169-180.
- Torres, A. F. 2004. Respuesta del melón (*Cucumis melo* L.) a la modificación microambiental por el uso de acolchadosf fotoselectivos. Tesis de maestría U.A.A.A.N, Saltillo, Coahuila, México.
- Torres, A., F. 2004. Respuesta del melón (*Cucumis melo* L) a la modificación microambiental por el uso de acolchados fotoselectivos. Tesis Maestría UAAAN. Saltillo, Coahuila, México
- Varela, A. R. J. 2004. Análisis de crecimiento y sendero en el cultivo de melón (*Cucumis melo* L.) con acolchado plástico de colores. Tesis licenciatura U.A.A.A.N, Saltillo, Coahuila, México.
- Verdusco, D. F. 2003. Efecto de la temperatura y absorción de nutrimentos en el rendimiento del melón (*Cucumis melo* L) con acolchado. Tesis Licenciatura U.A.A.A.N, Saltillo, Coahuila, México.
- Weiss, D. 1995. Cubiertas de plástico para invernadero como filtro lumínico para controlar el desarrollo vegetativo. In: Memoria del simposium internacional de tecnologías agrícolas con plásticos. León, Gto. México.
- Wien, H. C., Minotti, P. L and Grubinger, V. P. 1993. Polyethylene mulch simulates early root growth and nutrient uptake of trasplanted tomatoes. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 118: 207-211.
- Wien, H. C. and Minottil, P. L. 1987. Growth yield and nutrient uptake of Transplanted – Fresh - market tomatoes as affected by plastic mulch and initial nitrogen rate. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112: 759 – 763

- Wolf, S., Marani, A. And Rudich, J. 1990. Effects of temperature and photoperiod on Assimilate partitioning in potato plants. *Ann. Bot.* 66: 513-520
- Xie, Z., and Wang. F. Li. 2005. Increasing potato yields with additional water and increased soil temperature. *J. Agricultural Water Management.* (Article in Press).
- Zapata, M., Cabrera, S. B. y Roth, P. 1989. *El melón.* Ediciones Mundi – Prensa. Madrid, España.
- Zarka, Y. 1992. Películas fotoselectivas y fluorescentes en plasticultura. CEPLA, Comité Español de plásticos en Agricultura. 1992. XII Congreso Internacional de plásticos en Agricultura. Granada, España.
- Zermeño, G. A., Martínez, R., and Munguia, L. J. 1998. The effect of plastic mulches on the top soil temperature and its relations with the growth and yield of Muskmelon. 27th. National Agricultural Plastics Congress. Tucson Aizona. 27: 112-117
- Zermeño, G. A., Blanco, L. y Munguía, L. J. 1998. Efecto de diferentes tiempos de acolchado plástico en la temperatura del perfil superior del suelo y su relación con el rendimiento del chile. 29^o Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo.
- Zermeño, G. A., Quero, G., y Munguía, L. J. 1999. Efecto del tendido plástico negro y transparente en la temperatura del suelo superior y la temperatura del aire cerca de la superficie y sus relaciones con el crecimiento y la producción del melón bordado. Departamento de Riego y Drenaje, U.A.A.A.N, Saltillo, Coahuila, México.

4 APÉNDICE



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO
COORDINACIÓN DE REVISTAS INSTITUCIONALES**



DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
Dirección General Académica
Dirección General de Difusión Cultural y Servicio
Coordinación General de Posgrado

602.8/188

ASUNTO: Se recibe artículo

DR. HÉCTOR ZERMEÑO GONZÁLEZ
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
TECNOLÓGICO DE TORREÓN
P R E S E N T E

REVISTA CHAPINGO

SERIES:

Horticultura

Ciencias Forestales y del

Ambiente

Ingeniería Agropecuaria

REVISTA TEXTUAL

Análisis del medio rural

REVISTA DE GEOGRAFIA
AGRICOLA

estudios regionales de la agricultura
occidental

El que suscribe, Editor de la Revista Chapingo Serie Horticultura, **HACE CONSTAR**, que el artículo: "**ACOLCHADOS PLÁSTICOS FOTOSELECTIVOS Y RADIACIÓN FOTOSINTÉTICAMENTE ACTIVA EN EL CULTIVO DE MELÓN**", Clave: 09040 cuyos autores son: **Héctor Zermeño González; Esteban Favela Chávez; Juan Munguía López; Pablo Preciado Rangel; Mario García Cañillo; Vicente de Paul Alvarez Reyna; Salvador Berumen Padilla; E. Martínez Rubín de Celis.**

Ha sido recibido y se someterá al proceso de doble arbitraje y edición para su posible publicación en la Revista Chapingo Serie Horticultura.

Se extiende la presente **CONSTANCIA** a los once días del mes de marzo del año dos mil nueve

A T E N T A M E N T E



DR. GUSTAVO ALMAGUER VARGAS
EDITOR PRINCIPAL DE LA REVISTA
CHAPINGO SERIE HORTICULTURA

C.c.p. Archivo de la Revista Chapingo
GAV@vms

Coordinación de Revistas Institucionales, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Edo. de México
Cubículo 113, Edificio Dr. Efraim Hernández, Km. 38.5 Carr. México-Texcoco, C. P. 56230. Tel. y Fax: (01595) 95-21569.
Email: revista.horticultura.29@gmail.com; cori.uach@gmail.com Página Web: www.chapingo.mx/revistas/



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO
COORDINACIÓN DE REVISTAS INSTITUCIONALES**



DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
Dirección General Académica
Dirección General de Difusión Cultural y Servicio
Coordinación General de Posgrado

602.9/189

ASUNTO: Se recibe artículo

DR. HÉCTOR ZERMEÑO GONZÁLEZ
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
TECNOLÓGICO DE TORREON
P R E S E N T E

REVISTA CHAPINGO

SERIES:

Horticultura

Ciencias Forestales y del
Ambiente

Ingeniería Agropecuaria

REVISTA TEXTUAL
Análisis del medio rural

REVISTA DE GEOGRAFÍA
AGRICOLA
estudios regionales de la agricultura
mesoamericana

El que suscribe, Editor de la Revista Chapingo Serie Horticultura, **HACE CONSTAR**, que el artículo: "**TEMPERATURA DEL PERFIL SUPERIOR DEL SUELO CON ACOLCHADOS PLÁSTICOS FOTOSELECTIVOS EN EL CULTIVO DE MELÓN**", **Clave: 09041** cuyos autores son: **Héctor Zermeño González; Esteban Favela Chávez; Juan Munguía López; Pablo Preciado Rangel; Mario García Carrillo; Vicente de Paul Alvarez Reyna; Salvador Berumen Radilla; E. Martínez Rubín de Celis.**

Ha sido recibido y se someterá al proceso de doble arbitraje y edición para su posible publicación en la Revista Chapingo Serie Horticultura.

Se extiende la presente **CONSTANCIA** a los once días del mes de marzo del año dos mil nueve

A T E N T A M E N T E



[Handwritten signature]

DR. GUSTAVO ALMAGUER VARGAS
EDITOR PRINCIPAL DE LA REVISTA
CHAPINGO SERIE HORTICULTURA

C.c.p. Archivo de la Revista Chapingo
GAV@vms

Coordinación de Revistas Institucionales, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Edo. de México
Cubículo 113, Edificio Dr. Efraim Hernández, Km. 38.5 Carr. México-Texcoco. C. P. 56230. Tel y Fax: (01595) 95-21569.
Email: revista horticultura 29@gmail.com; cori.uach@gmail.com Página Web: www.chapingo.mx/revistas/