

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**



**Efecto del Acolchado Plástico de Varios Colores Sobre Algunos
Aspectos Fisiológicos en Pimiento Morrón (*Cápsicum annuum L.*) Var.
Capistrano.**

Por:

JUSTO GÓMEZ HERNÁNDEZ

TESIS

Presentada Como Requisito Parcial Para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Buenvista, Saltillo, Coahuila, México.

Junio del 2003.

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

**DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO**

**Efecto del Acolchado Plástico de Varios Colores Sobre Algunos Aspectos
Fisiológicos en Pimiento Morrón (*Cápsicum annuum L.*) Var. Capistrano.**

TESIS DE LICENCIATURA

Presentado Por:

Justo Gómez Hernández

**Que Somete a Consideración del H. Jurado Examinador Como Requisito Parcial
Para Obtener el Título de:**

Ingeniero Agrónomo En Producción

Aprobado Por:

Dr. Manuel De La Rosa Ibarra
Asesor Principal

M.C. Ma. Rosario Quezada Martín
Asesor Externo

Ing. José Ángel De La Cruz Bretón
Asesor

M.C. Arnoldo Oyervides García
Coordinador De La División De Agronomía

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Junio del 2003.

DEDICATORIAS

Con mucho amor, a mi madre Manuela Hernández Díaz, quien depositó una total confianza y esperanza en mí, demostrando con sus desvelos día a día y de todo su apoyo incondicional en el momento cuando la necesite; Y con mucho cariño a mi padre Antonio Gómez Gómez, que con sus palabras y apoyos durante mi formación, de quien estoy seguro estar orgulloso de todos sus hijos por todo y cada uno de sus logros; Con mucho orgullo les dedico este trabajo como muestra del fruto del esfuerzo de dos grandes padres y amigos.

Con mucho cariño para todos mis hermanos: Marcos, María, Cecilio, Ireño, Aurelia, Guillermo, Hermelinda; todos grandes hermanos y amigos, quienes estuvieron presentes en todo momento, durante mi formación y quienes estarán conmigo de aquí en adelante.

A toda mi familia: abuelos, cuñados, tíos, sobrinos, primos, por sus apoyo gracias.

Con cariño especial y mucho amor para mi novia Araceli Melquiades Velazquez, quien en todos los momentos difíciles siempre estuvo presente, para brindarme todo su apoyo.

Con cariño a la Lic. Sandra, quien con mucho empeño nos brindó su apoyo durante la elaboración de este trabajo. Y a todos mis compañeros de generación, y de toda la escuela, con quienes compartí muchos momentos.

Con cariño para todos mis buenos y mejores amigos para Karina, Silvia, Ma. del Rosario, Yemby, Roque, Bersain, Juan Gabriel., Benito G., Dodany, Faviola, Crecencio B., Zulma del C., David, Lidia, Concepción, Lazaro, Gloria, Fredi, Enrique, Mariano, Luis, Benjamin, Francisco, Jose, Abelmar, Brodelin, Miriam del Angel, Adela, Angélica, Verónica Rico, Luz Ma., Marina, Ofelia, Rigoberto, Loreto, Yesica, Cristina, Elvia, Angélica Villa, Xochitl, Anselmo, Arturo, Martha, entre otros; con quienes compartí momentos agradables y difíciles, gracias...

AGRADECIMIENTOS

Gracias **DIOS**, por no dejarme solo en mi lucha para lograr mis más grandes anhelos, el camino no fue fácil, pero contigo basto con empeñarse a las tareas difíciles, porque la sabiduría y fuerza nunca me la negaste. Ahora te pido que me ayudes a enseñar lo poco o lo mucho que aprendí, a los que necesiten.

Gracia por haberme dado una familia tan unida con quienes pude y podré compartir momentos difíciles y sobre todo los mejores momentos que habrá de venir.

Gracias Señor.

A mi “**ALMA TERRA MATER**” por a cobijarme y por transmitirnos tantos conocimientos y sabiduría para una tarea tan noble, que es la "agricultura".

Al Centro de Investigación de Química Aplicada (**CIQA**), por haberme permitido llevar a cabo este trabajo como parte de mi formación, con el apoyo por medio personal, en especial al Departamento de Agroplásticos, quienes nos brindaron confianza y apoyo directo para fortalecer mis conocimientos.

A la Bióloga M. C. **Ma. Rosario Quezada Martín**, por su dedicación y asesoría durante el trabajo y elaboración de mi tesis.

Al Dr. **Manuel De La Rosa Ibarra** por su valiosa asesoría durante la elaboración de este trabajo.

Al Ing. **José Angel De La Cruz Bretón** por todo su apoyo moral y asesoría para la elaboración de este trabajo.

Al Ing. **Raul Cesar González Rivera**, por toda su confianza y apoyo que me brindo durante mi estancia en esta Universidad. Y a todos mis maestros quienes me transmitieron sus conocimientos por medio de sus enseñanzas.

INDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIAS.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
INDICE DE CUADROS.....	viii
INDICE DE FIGURAS.....	x
INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivos.....	3
Hipótesis.....	3
REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
Generalidades del Cultivo.....	4
Clasificación Taxonómica del Cultivo.....	4
Clasificación Hortícola.....	4
Descripción Botánica del Cultivo.....	4
Requerimientos Climáticos.....	5
Requerimientos Lumínicos.....	5
Requerimientos de Humedad Ambiental.....	5
Requerimientos Edáficos.....	6
Densidad de Siembra.....	6
Importancia del Cultivo de Pimiento.....	6
Generalidades del Acolchado.....	7
Efectos de los Acolchados.....	9
Efecto en la Temperatura del Suelo.....	9
Efecto en el Control de Malezas.....	11
Efecto Sobre la Humedad del suelo.....	11
Intercambio Gaseoso Entre Aire y el Suelo.....	12
Efecto en la estructura del Suelo.....	12
Efecto en la Salinidad del Suelo.....	13
Efecto en el pH del Suelo.....	13
Efecto en la Fertilización y Actividad microbio- lógica del Suelo.....	13
Efecto en la Limpieza de los Productos.....	14
Protección del Suelo.....	14
Efecto Sobre Plagas y Enfermedades.....	14
Reflexión de Luz.....	15
Reducción de Costos por Mano de Obra, Herbi- cidas e Insecticidas.....	15

Tipos y Colores de Acolchados Plástico.....	15
Acolchado Negro.....	15
Acolchado Transparente.....	16
Acolchado Blanco.....	17
Acolchado Gris o Plateado.....	17
Acolchado Rojo.....	18
Acolchado Metalizado.....	18
Acolchado Café.....	18
Acolchados Azules Opacos.....	19
Acolchado Marrón.....	19
Acolchado Verde.....	19
Películas Foselectivas.....	19
Películas Coextruidos.....	20
Film Blanco/Negro.....	20
Film Plata/Negro.....	20
Radiación Solar.....	21
Radiación PAR.....	21
Radiación Reflejada por el Acolchado.....	22
Efecto de la Radiación Hacia las Plantas.....	23
Función de los Fotorreceptores.....	23
Clorofila.....	24
Fotosíntesis.....	25
Calidad de la Luz.....	26
Resistencia Estomatica.....	26
MATERIALES Y METODOS.....	28
Localización Geográfica del Sitio Experimental.....	28
Clima del Lugar.....	28
Característica del Suelo.....	28
Diseño Experimental.....	29
Croquis del Diseño Experimental.....	29
Preparado del Almacigo.....	29
Material Vegetativo.....	30
Preparación del Terreno.....	31
Delimitación del Terreno.....	31
Instalación del Sistema de Riego por Goteo.....	31
Acolchado del Suelo.....	31
Transplante.....	32
Manejo del Cultivo.....	32
Riegos.....	32
Aplicación de Fertilizantes.....	32
Control Fitosanitaria.....	33
Deshierbes.....	33
Variables evaluadas.....	34
Radiación.....	34
Temperatura.....	34
Fotosíntesis.....	35

Resistencia Estomatica.....	35
Clorofila.....	35
RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	37
Radiación Fotosintéticamente Activa Reflejada.....	37
Temperatura del Suelo.....	42
Fotosíntesis, Resistencia Estomatica, Clorofila y PAR reflejada..	51
Fotosíntesis.....	51
Resistencia estomatica.....	52
Clorofila.....	53
Fotosíntesis y temperatura del suelo.....	56
Rendimiento Total.....	58
CONCLUSIONES.....	61
Recomendaciones.....	62
LITERATURA CITADA.....	63

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Pagina
2.1 Temperaturas críticas para pimiento en las distintas fases de desarrollo.....	5
3.1 Tratamientos.....	29
3.2 Arreglo experimental.....	29
4.1 Análisis de varianza y comparación de medias de radiación PAR reflejada por diferentes plásticos de colores para acolchado en el periodo 31 de mayo al 5 de junio del 2002, en un cultivo de pimiento morrón.....	37
4.2 Análisis de varianza y comparación de medias de radiación PAR reflejada por diferentes plásticos de colores para acolchado en el periodo 15 de julio al 22 de julio del 2002, en un cultivo de pimiento morrón.....	39
4.3 Análisis de varianza y comparación de medias de radiación PAR reflejada por diferentes plásticos de colores para acolchado en el periodo 26 de agosto al 02 de septiembre del 2002, en un cultivo de pimiento morrón.....	40
4.4 Análisis de varianza y comparación de medias de temperaturas del suelo a una profundidad de 7.5 cm en diferentes plásticos de colores para acolchado en el periodo de 31 de mayo al 5 de junio del 2002, en un cultivo de pimiento morrón.....	42
4.5 Análisis de varianza y comparación de medias de temperaturas del suelo a una profundidad de 7.5 cm en diferentes plásticos de colores para acolchado en el periodo de 15 de julio al 22 de julio del 2002, en un cultivo de pimiento morrón.....	44
4.6 Análisis de varianza y comparación de medias de temperaturas del suelo a una profundidad de 7.5 cm en diferentes plásticos de colores para acolchado en el periodo de 26 de agosto al 02 de septiembre del 2002, en un cultivo de pimiento morrón.....	45
4.7 Análisis de varianza y comparación de medias de temperaturas del suelo a una profundidad de 15 cm en diferentes plásticos de colores para acolchado en el periodo de 31 de mayo al 5 de junio del 2002, en un cultivo de pimiento morrón.....	47
4.8 Análisis de varianza y comparación de medias de temperaturas de suelo a una profundidad de 15 cm en diferentes plásticos de colores para acolchado en el periodo de 15 de julio al 22 de julio del 2002, en un cultivo de pimiento morrón.....	48

4.9	Análisis de varianza y comparación de medias de temperaturas del suelo a una profundidad de 15 cm en diferentes plásticos de colores para acolchado en el periodo de 26 de agosto al 02 de septiembre del 2002, en un cultivo de pimiento morrón.....	49
4.10	Análisis de varianza y comparación de medias de fotosíntesis, resistencia estomatica y contenido de clorofila, en diferentes colores de acolchados plástico, de diferentes un cultivo de pimiento morrón.....	54
4.11	Rendimiento total del cultivo de pimiento morrón, en diferentes plásticos de acolchado de colores.....	62

INDICE DE FIGURAS

Figura	Pagina
4.1 Radiación PAR reflejada por diferentes colores de acolchado plástico del 31 de mayo al 5 de junio del 2002, en un cultivo de pimiento morrón.....	38
4.2 Radiación PAR reflejada por diferentes colores de acolchado plástico del 15 de julio al 22 de julio del 2002, en un cultivo de pimiento morrón.....	39
4.3 Radiación PAR reflejada por diferentes colores de acolchado plástico del 26 de agosto al 2 de septiembre del 2002, en un cultivo de pimiento morrón.....	41
4.4 Temperaturas del suelo a 7.5 cm de profundidad en diferentes colores de acolchado plástico del 31 de mayo al 5 de junio del 2002, en un cultivo de pimiento morrón.....	43
4.5 Temperaturas del suelo a 7.5 cm de profundidad en diferentes colores de acolchado plástico del 15 de julio al 22 julio del 2002, en un cultivo de pimiento morrón.....	44
4.6 Temperaturas del suelo a 7.5 cm de profundidad en diferentes colores de acolchado plástico del 26 de agosto al 02 de septiembre del 2002, en un cultivo de pimiento morrón.....	46
4.7 Temperaturas del suelo a 15 cm de profundidad en diferentes colores de acolchado plástico del 31 de mayo al 5 de junio del 2002, en un cultivo de pimiento morrón.....	47
4.8 Temperaturas del suelo a 15 cm de profundidad en diferentes colores de acolchado plástico del 15 de julio al 22 julio del 2002, en un cultivo de pimiento morrón.....	48
4.9 Temperaturas del suelo a 15 cm de profundidad en diferentes colores de acolchado plástico del 26 de agosto al 02 de septiembre del 2002, en un cultivo de pimiento morrón.....	50
4.10 Tasa fotosintética de un cultivo pimiento morrón, a dos fechas (26 de julio y 19 de agosto), en diferentes colores de acolchado plástico.....	52
4.11 Resistencia estomatica de un cultivo pimiento morrón, a dos fechas (26 de julio y 19 de agosto), en diferentes colores de acolchado plástico.....	53
4.12 Contenido de clorofila de un cultivo pimiento morrón, a dos fechas (26 de julio y 19 de agosto), en diferentes colores de acolchado plástico.....	54

4.13	Fotosíntesis, resistencia estomática y PAR reflejada en diferentes colores de acolchado plástico, en un cultivo de pimiento morrón, del día 26 de julio del 2002, a las 13 horas a una temperatura del aire de 27.7 °C y radiación incidente total de 1976 $\mu\text{mol.cm}^{-2}.\text{día}^{-1}$	55
4.14	Fotosíntesis, resistencia estomática y PAR reflejada en diferentes colores de acolchado plástico, en un cultivo de pimiento morrón, del día 19 de agosto del 2002, a las 13 horas a una temperatura del aire de 28.72 °C y radiación incidente total de 1943 $\mu\text{mol.cm}^{-2}.\text{día}^{-1}$	56
4.15	Fotosíntesis, contenido de clorofila, y PAR reflejada en diferentes colores de acolchado plástico, en un cultivo de pimiento morrón, del día 19 de agosto del 2002, a las 13 horas a una temperatura del aire de 28.72 °C y radiación incidente total de 1943 $\mu\text{mol.cm}^{-2}.\text{día}^{-1}$	57
4.16	Fotosíntesis y temperaturas del suelo a 7.5 y 15 cm de profundidad, en diferentes colores de acolchado plástico, en un cultivo de pimiento morrón, del día 26 de julio del 2002, a las 13 horas a una temperatura del aire de 27.7 °C y radiación incidente total de 1976 $\mu\text{mol.cm}^{-2}.\text{día}^{-1}$	59
4.17	Fotosíntesis y temperaturas del suelo a 7.5 y 15 cm de profundidad, en diferentes colores de acolchado plástico, en un cultivo de pimiento morrón, del día 19 de agosto del 2002, a las 13 horas a una temperatura del aire de 28.72 °C y radiación incidente total de 1943 $\mu\text{mol.cm}^{-2}.\text{día}^{-1}$	60

INTRODUCCION

La aplicación de materiales plásticos en las actividades agrícolas a partir de los años 40's y 50's inicia una revolución que modificó profundamente el curso de la producción tecnificada de frutas, hortalizas y plantas ornamentales. Las películas plásticas para acolchado de suelos, cubiertas de invernadero, mallas para sombreo, antigranizo y anti-insectos, generalmente se utilizan en combinación con otras tecnologías como el riego por goteo, totalmente indispensable en el acolchado (Itesm, 2002).

Un sistema de agroplasticultura bien diseñado y manejado conlleva ventajas inmediatas como la precocidad de la producción, aumento en el rendimiento y calidad del producto (Benavides, 2002).

Actualmente se utilizan diferentes tipos de plásticos para el acolchado del suelo, en cuanto a grosor y el color (negro, gris, blanco, rojo, azul, verde, marrón, metalizado, transparente, café, entre otros), que varía dependiendo a las necesidades del cultivo. Cada uno de ellos posee determinadas características que dan lugar a efectos diferentes sobre los cultivos; por ello es preciso que el productor antes de utilizarlos conozca los efectos de cada uno para tomar las decisiones más correctas en cuanto a su adquisición de acuerdo al cultivo que va a establecer (Gómez, 1994).

Los productores enfrentan serios problemas cuando el tipo y color del plástico empleado no es el correcto o cuando se emplea en una época donde los efectos climatológicos no actúan favorablemente en combinación con el color del acolchado empleado, ya que se ven fuertemente modificado por los diferentes colores, provocando efectos impredecibles pudiendo ser favorable o desfavorable para el cultivo cuando no se tiene el conocimiento necesario; tal es el caso de los acolchados transparentes que aumentan la temperatura del suelo, logrando mayor precocidad, pero también puede llegar a afectar las raíces del cultivo bajo condiciones extremas y cuando se trata del plástico negro suprime el desarrollo de las malezas, aumenta el rendimiento, pero no ayuda para la precocidad (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 las temperaturas, radiaciones incidentes y reflejadas según el acolchado (Ibarra y Rodríguez, 1991), por lo que es necesario que el productor tenga conocimiento del material más adecuado a sus necesidades, ya que en el mercado se disponen de diferentes materiales de colores y efectos intermedios al negro y transparente; para que el material empleado por el productor le produzca mayor rentabilidad y no pérdidas o gastos innecesarios como ha estado sucediendo (Robledo y Martín, 1988).

Por lo tanto el presente trabajo se llevó a cabo con el propósito de evaluar las ventajas y desventajas en algunos aspectos fisiológicos que ofrecen los 7 diferentes colores del acolchado plástico en el cultivo de Chile pimiento morrón, la influencia sobre el rendimiento y la calidad de la producción. Así como generar información que sirva a los agricultores como guía para tomar una decisión correcta y aprovechar al máximo lo positivo del acolchado y mejorar las condiciones que favorecen a las plantas que al final de cuenta se expresa en rendimiento y ganancias económicas.

Objetivos

- 1.- Evaluar el efecto del color del acolchado plástico, sobre algunos aspectos fisiológicos de un cultivo de pimiento morrón y su influencia sobre el rendimiento.
- 2.- Determinar el color de acolchado adecuado para el cultivo de pimiento en una siembra tardía.

Hipótesis

El color de la película plástica para acolchado provoca diferentes respuestas en algunos aspectos fisiológicos de un cultivo de pimiento morrón y se refleja de forma diferente sobre el rendimiento.

REVISIÓN DE LITERATURA

Generalidades del Cultivo

Clasificación Taxonómica del Cultivo

Reino: Vegetal.

División: Tricheophyta.

Subdivisión: Pteropsida.

Clase: Angiospermae.

Subclase: Dicotyledonae.

Orden: Solanaceales.

Familia: Solanaceae

Genero: *Cápsicum*.

Especie: *annuum*.

Nombre común: Pimiento Morrón.

(Janick, 1965).

Clasificación Hortícola

Planta comestible:

Hortalizas y plantas cultivadas por sus partes aéreas (Janick, 1965).

Descripción Botánica del Cultivo

El pimiento morrón, es una planta perenne, pero se cultiva como anual. Crece de 25 a 90 cm de altura, su tallo es ramificado, semileñoso, con hojas oblongas lanceoladas

y sus flores de color blanca, solitarios, localizados en la inserción de las hojas que forman frutos de forma variada de pared poco carnoso y contienen semillas blancas aplanadas, cuenta con un sistema radical pivotante y profundo. La mayor parte de las raíces están situados a menos de 40 centímetros de profundidad del suelo, aunque algunas raíces llegan a profundidades desde los 70 cm hasta los 120 cm y lateralmente se extiende hasta 120 centímetros alrededor de la planta (Guenko, 1983).

Requerimientos Climáticos

Tabla 2.1 Temperaturas críticas para pimiento en las distintas fases de desarrollo (Infoagro, 2003).

Fases del Cultivo	Temperatura (°c)		
	Optima	Mínima	Máxima
Germinación	20-25	13	40
Crecimiento vegetativo	20-25 (día) 16-18 (noche)	15	32
Floración y fructificación	26-28 (día) 18-20 (noche)	18	35

El cultivo de pimiento prefiere climas templados y cuando son afectados a temperaturas bajas suspenden su desarrollo (García, 1959). Las temperaturas altas de 32 – 35 °C dificultan el amarre de frutos, la fotosíntesis y la polinización (Guenko, 1983).

Requerimientos Lumínicos

El pimiento morrón requiere de muy buena iluminación, se considera una planta de día corto, ya que la influencia en la intensidad de la luz prolonga el ciclo vegetativo del cultivo. (Guenko, 1983)

Requerimiento de Humedad Ambiental

La humedad relativa óptima oscila entre el 50 % y el 70 %. Humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas y dificultan la

fecundación. La coincidencia de altas temperaturas y baja humedad relativa puede ocasionar la caída de flores y de frutos recién cuajados (Infoagro, 2003).

Requerimientos Edáficos.

El pimiento prefiere las tierras bien mullidas, de mediana consistencia, mucho fondo, frescas, sustanciosas y ricas principalmente en nutrientes. Son recomendables en suelos franco - arenosos y abundante materia orgánica (García, 1959).

Los valores de pH óptimos oscilan entre 6.5 y 7, aunque puede resistir ciertas condiciones de acidez (hasta un pH de 5.5); en suelos enarenados puede cultivarse con valores de pH próximos a 8. En cuanto al agua de riego el pH óptimo es de 5.5 a 7. Es una especie de moderada tolerancia a la salinidad tanto del suelo como del agua de riego, aunque en menor medida que el tomate (Infoagro, 2003).

Densidad de Siembra.

En un sistema de transplante y riego por goteo, se suelen plantar a doble fila para aprovechar mejor el área de siembra, así como eficientar el uso del acolchado, para ello la densidad alcanza hasta 50,000 a 70,000 plantas/ha, con distancias entre 70 y 100 cm entre surcos; pero cuando aún se quiere eficientar mas el uso del sistema de acolchado y riego, se pueden acortar distancias entre surcos a 50 cm de distancia, alcanzando así una densidad de 90,000 a 100,000 plantas/ha, a una distancia entre planta de 25 – 30 cm (Nuez *et al.*, 1996).

Importancia del Cultivo de Pimiento.

El pimiento tiene diferentes usos en el mundo, como puede ser en consumo fresco, en seco e industrial. Las superficies cultivadas de este cultivo varían de acuerdo a los usos y costumbres, volumen y destino de la producción (exportaciones). En general el pimiento ocupa el quinto lugar del cultivo hortícola en cuanto a la superficie

cultivada, debajo del tomate, cebolla, sandía y coles; y octavo lugar en cuanto a producción total. (Nuez *et al.*, 1996).

Generalidades del Acolchado

La agricultura dispone del plástico (polietileno) para acolchado con el cual se cubren las camas como capa protectora. Esta capa actúa como barrera de separación entre el suelo y el ambiente para amortiguar los efectos negativos. Las camas cubiertas de polietileno ofrecen además otras ventajas: la opacidad a la luz solar que impide el desarrollo de la vegetación espontánea que compite por los fertilizantes; la absorción de calor durante el día y su posterior restitución al ambiente exterior durante la noche que se convierte en un excelente medio de defensa contra las bajas temperaturas nocturnas, contribuyendo notablemente en la aceleración del desarrollo que redundan en precocidad e incremento de los rendimientos. El uso de polietileno como cobertura de las camas ha dado excelentes resultados y se incrementa de manera sustantiva en el mundo (Henao, 2001).

Los más utilizados han sido los plásticos negros, pero se han descubierto grandes beneficios adicionales con el desarrollo de los polietilenos plata, rojo, blanco, negro, verde, azul, café, plata/negro y blanco/negro, etc. que además de bloquear el paso de luz producen también reflexión, con lo cual aportan luz al envés de las hojas, todos estos se comportan de distintas formas y con diferentes efectos, algunos estimulan la fotosíntesis y por lo tanto la precocidad y el tamaño de los frutos, además de que inciden en la reducción de áfidos y de ciertos virus de los cuales los insectos son vectores (Tpagro, 2002).

Las láminas se dividen según su composición y dentro de cada familia se clasifican según sus características y aditivos empleados en su fabricación. Puesto que las plantas son más receptivas a ciertas longitudes de onda que a otras, es importante conocer las características relativas a la transmisión de luz. Los vegetales sitúan la mayor parte de la absorción de la radiación solar en las franjas de los colores rojo y azul (Ediho, 1999).

Las cubiertas plásticas producen un efecto térmico en el suelo muy diferente a la práctica del acolchado orgánico que le dio origen. Debido a que las cubiertas no porosas anulan el componente de evaporación, transmiten una parte importante de la radiación solar al interior del suelo, suelen elevar así la temperatura, permitiendo aplicaciones como acolchado para anticipar cosechas y otras como la solarización, donde se extrema la posibilidad de incrementar la temperatura hasta niveles letales para muchos organismos vivos del suelo (Pullman *et al.*, 1981).

Se han desarrollado nuevos films cargados con aditivos foto selectivos que pueden influir en la fisiología de las plantas, tan solo variando la proporción de luz perteneciente a cada color (Ediho, 1999).

El acolchamiento tiene como objetivo producir elevada temperatura de manera que aumente la actividad y el crecimiento de las raíces de la planta, la cual producirá cierta precocidad y rendimiento de las cosechas según el tipo y el color del plástico que se emplee para cubrir el suelo (Robledo y Martín, 1988).

El acolchado plástico puede ser un problema, después del uso durante la vida del cultivo, el film se hace pedazos y se queda en el suelo. Con el transcurso de los años, tantos pedazos resultan ser una al campo y puede disminuir la producción en un 10 – 50 %. Existen varias posibilidades para resolver el problema; uno de ellos es el uso de filmes fotodegradables que después del periodo de la planta se reduce a elementos separados y desaparece, el uso de filmes de acolchado resistente al envejecimiento (Peizhang, 1990), y otra puede ser el reciclado del plástico (Quezada, 1996).

Efectos de los Acolchados

Efecto en la Temperatura del Suelo.

La temperatura del suelo bajo un acolchado plástico depende de las propiedades termal (reflectancia, absorbancia o transmitancia) de un material particular en relación con la radiación solar (Hort.uconn, 2002).

El control microambiental se obtiene al seleccionar las características de la película con mayor impacto sobre el factor ambiental específico, como es con la variación y magnitud de la temperatura del suelo cuando se cubre con la película de acolchado de diferentes colores, ocurre porque el color modifica la cantidad de radiación reflejada (reflectancia), transmitida (transmitancia) y absorbida (absorbancia), por el material (Benavides, 2002).

Todos los plásticos empleados en el acolchado consiguen incrementar la temperatura del suelo durante el día, a excepción del blanco y el aluminizado que refleja la luz. El plástico negro durante la noche es el que peor retiene el calor, el plástico blanco aumenta considerablemente la cantidad de luz aprovechable por las plantas (Papaseit, *et al.* 1997). El efecto de acolchado está fuertemente influenciado por el tipo de plástico que se utilice (por composición química o por la coloración). Por otra parte para que dicho efecto sea relevante, la franja del suelo acolchado deberá ser suficientemente amplia (Ibarra, 1997).

Las plantas sufren a causa de las fluctuaciones constantes de temperaturas. Los filmes térmicos poseen propiedades inherentes en sus cadenas poliméricas que permiten la retención térmica y no permiten que los rayos infrarrojos pasen por el plástico (Zannon, 1990).

Las películas transparentes y opacas de color oscuro aumentan la temperatura del suelo en 2 a 8 °C a una profundidad de 5 y 10 centímetros, en cambio las películas opacas de color claro aluminizado, al tener una mayor reflectancia disminuyen la temperatura en 1 a 3 °C a un suelo sin acolchado. Un rango más estrecho entre las

temperaturas máxima y mínima del suelo significa un ambiente más estable para el crecimiento y desarrollo de la raíz (Benavides, 2002).

La solarización del suelo con el uso de acolchado plástico resulta ser muy efectivo en la destrucción de la viabilidad de los esclerocios durante el verano, pero no durante el invierno. El acolchado de suelo húmedo con laminas de polietileno transparente es más eficaz que las laminas negras, tanto para obtener temperaturas mas elevadas del suelo como para reducir la viabilidad de la población de esclerocios en el suelo (Khandar, 1990). De igual manera, el acolchado al momento de tener función para solarizar el suelo y combatir algunas plagas, malas hierbas y algunas enfermedades; también afecta directamente las raíces del cultivo, hasta el grado de afectar el desarrollo de las plantas y provocar daños. Y al tener plantas secas en el inicio del cultivo, esta se puede reponer haciendo nuevos transplantes, y si es a etapas intermedios del cultivo, el rendimiento se reduce considerablemente. Una vez que la cobertura del cultivo cubre gran parte del plástico, los efectos de solarización de un plástico disminuye y se reducen los riesgos. (Martínez, 1997).

Los efectos favorables de los acolchados plásticos son consistentes durante el desarrollo del cultivo, pero decaendo gradualmente las amplitudes de las temperaturas del suelo. Las mayores amplitudes de las temperaturas del suelo es en los primeros días del transplante, debido a que en este periodo de desarrollo, el cultivo no tiene cobertura completa de follaje que cubra el acolchado plástico. (Martínez, 1997).

Las razones por el aumento en la producción con el uso de acolchado es por la modificación de la temperatura del suelo. Este efecto se deriva sobre todo de la supresión de la perdida de calor latente por evaporación. Los grados de diferencia en la temperatura dependen del color de la película plástica y la intensidad de radiación solar (Toshio, 1991). Las diferencias en producción de algunos cultivos esta en respuesta a los colores de los diferentes acolchados, que son causados en parte por un aumento de la temperatura del suelo y por la gama de longitudes de onda reflejadas por cada acolchado (Orzolek y Otjen, 2003).

Efecto sobre Control de Malezas.

El acolchado de suelos con polietileno negro ayuda a eliminar casi la totalidad de las malezas, excepto algunas como el “coquillo” (*Cyperus rotundus L.*). Se debe a su impermeabilidad a la luz, que impide la actividad fisiológica de las malezas (Ibarra, 1997).

Las películas transparentes: verde, marrón, gris humo, transparente total, permiten el calentamiento del suelo y favorece el desarrollo de malezas, pero por lo general no llegan a fructificar, ya que las altas temperaturas que se originan bajo estas, terminan sofocándose (Itesm, 2002).

El uso de plástico transparente permite que las malezas se desarrollen, si no se toman la precauciones necesarias. Sucede esto si se permite la entrada de aire a través de los agujeros de siembra o por los bordes del plástico. La aplicación correcta del plástico transparente permite que la temperatura y humedad alta quemen las malezas germinadas en las primeras fases del desarrollo vegetativo (Ibarra, 1997).

Efectos Sobre la Humedad del Suelo.

La economía del agua con el acolchado es substancial, todas las reservas existentes son aprovechables y consecuentemente los nutrientes en los cultivos son mas regulares y constantes. El acolchado de suelo puede conservar el agua suministrada a un suelo, pero no puede suplirla en un suelo seco. La capacidad para conservar el agua esta en función del tipo de plástico (Ibarra 1997).

La cantidad de agua bajo el plástico es generalmente superior a la del suelo desnudo, con el plástico la mayor perdida de agua es por percolación, tanto en el caso de agua de irrigación, como después de una lluvia abundante, ya que el acolchado impide la

evaporación casi totalmente, además la distribución sobre el perfil del suelo es uniforme (Ibarra, 1997).

La aplicación de acolchado ayuda a conservar un 27 – 31 % de la humedad y aumenta también la producción. En condiciones climáticas semiáridas la aplicación de acolchados de plástico puede ahorrar hasta un 50% del agua de riego para obtener una producción equivalente a otra a un suelo sin acolchado (Pawar, 1990).

Intercambio Gaseoso Entre el Aire y el Suelo.

La película plástica que es casi impermeable al gas, modifica el intercambio gaseoso recíproco entre el aire y el suelo. Como efecto del acolchado, es lógico que las raíces liberan CO₂ y se acumula bajo el acolchado y se canaliza a través de las perforaciones concentrándose alrededor de la planta, la pequeña cantidad de CO₂ liberado debe promover mayor actividad fotosintética (Itesm, 2002).

Adicionalmente la presencia de la película restringe la difusión de vapor de agua y CO₂ desde el suelo hacia la atmósfera consiguiéndose de esa manera un micro ambiente adecuado para el crecimiento de las plantas (Benavides, 2002).

Efecto en la Estructura del Suelo.

Mantiene una porosidad óptima del suelo que permite un mayor desarrollo radicular, mejor circulación de oxígeno y una gran producción y movimiento de anhídrido carbónico (Itesm, 2002)

Al haber un incremento de raicillas de la planta se efectúa mayor succión de aguas, sales minerales y demás fertilizantes, que producen mayores rendimientos (Tpagro, 2002).

Efecto en la Salinidad del Suelo.

Cualquier tipo de pigmentación utilizada en el acolchado de suelos, presenta las siguientes ventajas: a) una reducción en el monto de agua aplicada con la consecuente reducción en la cantidad de sales aplicadas al suelo, b) una considerable reducción en la evaporación disminuye el movimiento de ascenso del agua y se limita la formación de costras salinas (Itesm, 2002)

El movimiento de agua es dirigido hacia arriba del bordo o surco, entre el acolchado y el suelo, lo que causa la acumulación de sales sobre la superficie. La conductividad eléctrica en la superficie del suelo es más notable en un suelo cubierto con cualquier tipo y color de plástico, que en un suelo desnudo (Toshio, 1991).

Efecto en el pH del Suelo.

El pH es mas bajo en el suelo cubierto y más alto en un suelo sin acolchar y el N, P, K, Ca, Mg son absorbidas de 1.4 – 1.5 veces mas que en un suelo desnudo (Toshio, 1991).

Efecto en la Fertilización y Actividad Microbiológica

La perdida de nutrientes en el acolchado es casi nula, porque no hay lixiviación ni percolación por lluvia. La actividad microbiana del terreno esta influenciada por el estado físico del suelo, la humedad y la temperatura del suelo. La actividad microbiana, durante la descomposición de la sustancia orgánica, favorece la producción del anhídrido carbónico, que es mucho mayor bajo el acolchado (Itesm, 2002).

La temperatura y la humedad del suelo, en asociación con la naturaleza físico - química de este ultimo, condicionan la actividad de la flora microbiana y la reacción bioquímica y química del terreno, influyendo decididamente en sentido positivo o negativo, sobre la nitrificación y el abono nítrico queda a disposición de la planta en gran parte y no hay lavados por percolación bajo un acolchado (Ibarra, 1997).

La cantidad de nitratos es mas alto en la película transparente, seguido del acolchado negro, y la mas baja se encuentra en un suelo desnudo, de igual manera sucede con el amonio. El contenido de cationes intercambiables es mas alto en la etapa media y final del crecimiento del cultivo en un acolchado transparente, mientras que en el negro solo es alto en la fase final del cultivo (Toshio, 1991).

Efecto en la Limpieza de los Productos.

El acolchado interpone una barrera entre el suelo y la parte aérea de la planta, evitando que los frutos estén en contacto con el suelo, por lo tanto se obtienen productos más limpios y mejor presentados. También evita algunas enfermedades como Botrytis, que es ocasionado por el contacto del follaje con la humedad del suelo (Itesm, 2002)

Protección de Suelo.

El método de cobertura de suelos con polietileno contribuye efectivamente a evitar la erosión, arrastre por agua de lluvia o riego, arrastre por viento y el endurecimiento de la tierra (Tpagro, 2002).

El plástico acolchado actúa como barrera física a las precipitaciones y previene la lixiviación de los nutrientes y/o fertilizantes (Toshio, 1991).

Efecto Sobre Plagas y Enfermedades.

La utilización de polietilenos con caras plata o blanco hacia el sol consigue el efecto reflexión de luz. Este efecto tiene gran influencia contra la presencia de mosca blanca y otros áfidos, además de otras plagas que no les es atractivo el color del acolchado utilizado. Por lo tanto al haber menor población de plagas que son portadores de algunas enfermedades se disminuye la incidencia (Tpagro, 2002).

Reflexión de Luz.

Los plásticos plata y blancos reflejan la luz solar proporcionando a las hojas luz en anverso y reverso, con lo cual se estimula la fotosíntesis, se mejora la calidad de los frutos y se obtienen cosechas mas tempranas (Tpago, 2002).

Reducción Costos por Mano de Obra, Herbicidas e Insecticidas.

Los beneficios proporcionados por los plásticos que bloquean el desarrollo de malezas son tan grandes que en la mayoría de los casos, solo este factor, justifica económicamente la inversión (Tpago, 2002).

Los acolchados reducen fuertemente el costo de mano de obra y el costo del agua debido a que hay menos evaporación y perdidas por otros factores, por lo tanto menos gasto de agua; también menos aplicación de insecticidas y fertilizantes (Tpago, 2002).

Tipos y Colores de Acolchados Plástico.

Acolchado Negro

El acolchado negro absorbe la mayor parte de UV, las longitudes de onda visible e infrarrojos de la radiación solar y reirradia en forma de calor la energía absorbida. Mucha de la energía solar absorbida en forma de calor por el acolchado plástico negro es perdida a la atmósfera por convección (Hort.uconn, 2002).

El acolchado negro no permite el crecimiento de malezas. El plástico no transmite la radiación visible comprendida entre 0.3 y 0.8 micras de longitud de onda, por lo que no se realiza la fotosíntesis, con la consecuente ausencia de malezas. Se restringe a un efecto mínimo el movimiento ascendente de sales. Se usa en zonas con problemas de aguas salinas. Como el suelo se calienta poco de día, durante la noche la aportación de calor a la planta es poco y se expone mas a los efectos de helada. En días

calurosos se pueden producir quemaduras en las partes de la planta que estén en contacto con el plástico (Hort.uconn, 2002).

La aplicación del acolchado negro se usa en cultivos de 1-3 años (dependiendo del grosor del plástico), terrenos infectados de malas hierbas, zonas cálidas sin riesgo de heladas y provoca aumento de rendimiento (Hort.uconn, 2002).

Acolchado Transparente

Es el que proporciona mayor precocidad en los cultivos y también el que puede evitar los daños de helada producidos por bajas temperaturas, alrededor de 0°C. Se debe a que el plástico transparente permite el paso de la radiación (mas del 80%), por lo que durante el día, el suelo y la parte radicular de las plantas se calienta mucho, y al calentarse, hay una evaporación constante, y en la parte interna del plástico se produce un fenómeno llamado condensación, con esto se logra tener una pantalla y el suelo no se enfría rápidamente logrando así que durante la noche se evite la perdida rápida del calor del suelo y se libere lentamente en la parte foliar de la planta. El inconveniente es el crecimiento de malezas abajo del plástico, que puede levantar el plástico, crea competencia por nutrientes y humedad. Al haber mas evaporación provoca mayor acumulación de sales en la superficie del suelo (Itesm, 2002).

El plástico transparente es efectivo en solarización, en una altitud de 35°, (Latitud Sur), se determino que la temperatura media asciende a 36 °C hasta 7 cm, del suelo, con temperaturas máximas superiores hasta de 40 °C en profundidades intermedias entre 7 y 15 cm de profundidad. (Toshio, 1991). El uso del plástico transparente modifica la penetración de la luz solar y aumenta la temperatura del suelo, en gran intensidad, la diferencia de temperatura del suelo bajo el acolchado trasparente a un suelo desnudo, alcanza hasta 7 °C y en un plástico negro hasta 5 °C (Misle y Norero, 2000).

El acolchado transparente es utilizado para los siguientes fines: cultivos estacionales, bajos espesores (melón, algodón), terrenos libres de malas hiervas, zonas frías con riesgo de heladas, precocidad y aumento de rendimiento (Hort.uconn, 2002).

Acolchado Blanco

Impide el crecimiento de malas hiervas, porque no permite el paso de luz; debido a la reflexión de la capa blanca, produce altos rendimientos y precocidad, ya que aporta luz extra a la planta; evita el riesgo de quemaduras de la planta y frutos y repele algunos insectos (Solplas, 2002).

Por el color del film, refleja el mayor porcentaje de la radiación incidente, lo cual permite que la temperatura del suelo por lo general es mas fresco. El uso que se le da es para lugares infestados con mala hierba, zonas sin riesgo de helada, o muy caliente, aumento de rendimiento y calidad, así como mejorar la luminosidad (Solplas, 2002).

Acolchado Gris o Plateado

Es de efectos intermedios, entre el plástico negro y el transparente, tienen una transmisión del 35 % de la radiación visible. No ofrece peligros de quemaduras para frutos y planta. Proporciona menos precocidad que el plástico transparente. Puede evitar efectos de helada cuando son muy ligeras. Las plantas acolchadas con este plástico reciben mayor aportación de calor de suelo durante la noche, que el plástico negro (Itesm, 2002).

Impide el crecimiento de malas hierbas; la reflexión del color plateado produce altos rendimientos y precocidad, se utiliza para cultivos estacionales, cultivos de 1-2 años (según el grosor), zonas con poco riesgo de heladas, así como evita riesgo de quemaduras de la parte aérea de la planta y repele determinados insectos (Solplas, 2002).

Acolchado Rojo.

Se ha visto que mejora y acelera la madurez del fruto en tomate, además reduce la incidencia por ataque temprana de plagas y disminuye los riesgos por enfermedades transmitidas por algunos insectos (Hort.uconn, 2002).

Se utiliza en cultivos estacionales, zonas con pocos riesgos de heladas y terrenos poco infectados con malas hierbas. (Hort.uconn, 2002).

Acolchado Metalizado

Absorben una parte del calor que reciben, por lo que reflejan hacia el exterior. La utilización de estos plásticos es recomendable en siembras de primavera y verano, porque reflejan los rayos solares, evitando el calentamiento excesivo del suelo y el daño del sistema radicular y repele algunos insectos. Su inconveniente es que durante la noche no aporta calor a la planta dejándolo completamente al riesgo de helada y los costos son mas altos que las películas anteriores. El plástico metalizado no aumenta la temperatura del suelo, por lo que el mayor porcentaje de radiación es irradiada hacia la atmósfera, no es recomendable en zonas con riesgo de heladas y no provoca quemaduras de frutos (Itesm, 2002).

Acolchado Café

Los efectos son similares a los del negro, pero a una intensidad menor en cuanto a la reflexión de radiación y ligeramente menor en temperatura a distintas profundidades, y provoca que halla menor que en el acolchado negro (Itesm, 2002).

Acolchados Azules Opacos

Desarrollados especialmente para cultivos de fresa y melón que disminuyen el crecimiento de malas hierbas y reducen considerablemente el porcentaje de frutos

quemados, en contrapartida no aumentan tanto la temperatura del suelo. Este acolchado se encuentra en un punto medio entre el porcentaje de reflexión de radiación con el blanco y transparente, por lo que la temperatura se comporta de la misma forma. Se usa en zonas con poco riesgo de heladas o heladas no muy intenso. (Ediho, 1999).

Acolchado Marrón

El plástico transmite aproximadamente el 60 - 75 % de la radiación visible (dependiendo de la intensidad de la coloración). El calentamiento del suelo durante el día, es menor que el plástico transparente. Se recomienda que se emplee con reservas en zonas con temperaturas cercanas a los 0° C. La inconveniente es que existe desarrollo de malas hierbas, aunque menos que en el transparente (Itesm, 2002).

Se usan para cultivos estacionales, cultivos de 1-2 años, terrenos poco infectados de malas hierbas, zonas frías y cálidas sin riesgo de helada, aumento de rendimiento y precocidad (Hort.uconn, 2002).

Acolchado Verde.

Permite el paso de la luz verde y la radiación térmica, de esta forma se impide el crecimiento de las malas hierbas y el suelo alcanza temperaturas similares a las que alcanza con un film transparente (Ediho, 1999).

Películas Foselectivas

Los polietilenos con propiedades foselectivas son la mas reciente generación de plásticos para cobertura de suelos. Estos plásticos refleja la parte del espectro lumínico que estimula el proceso fotosintético y absorbe el resto de la radiación. Los aditivos del plástico permiten el paso de la radiación térmica que calienta el suelo, aumentando así la temperatura del mismo y favoreciendo el desarrollo de las raíces (Hena, 2001).

Plásticos Coextruidos.

La combinación de colores de acolchados coextruidos le dan diferentes características para el uso en la agricultura. Algunos mantienen la temperatura del suelo mas baja en verano y otros aumentan la temperatura del suelo en primavera. La combinación de estos colores hace efectivo el uso de algunos colores, como es el caso del acolchado amarillo que generalmente atrae insectos y la plata rechaza los áfidos (pulgones), que resultaría una buena combinación (Orzolek, 2003).

Film Blanco/Negro.

Impide el crecimiento de malas hierbas, porque no permite el paso de luz; debido a la reflexión de la capa blanca produce altos rendimientos y precocidad, ya que aporta luz extra a la planta; evita el riesgo de quemaduras de la planta y frutos y repele algunos insectos (Solplas, 2002).

Film Plata/Negro.

Impide el crecimiento de malas hierbas, la reflexión de la capa plata aumenta el rendimiento y precocidad, evita el riesgo por quemaduras de la parte aérea y repele algunos insectos (Solplas, 2002).

Radiación Solar.

Parte de la radiación solar esta compuesta por: rayos U.V (rango 200:400 manómetros de longitud de onda) 7%, rayos visible (400:700 manómetros) 71% y Rayos infrarrojos (700:800 nanometros) 22%.

La radiación ultravioleta esta dividida en:

- a) UV-C (200 - 280 nanometros) 3% de radiación UV total.
- b) UV-B (280 – 315 nanometros) 9% de radiación UV total.
- c) UV-A (315 – 400 nanometros) 88% de radiación UV total.

La radiación visible se separa en: banda de onda corta (400 – 510 nanometros) y banda de onda larga (610 – 700 nanometros), (Zannon, 1990).

La luz ultravioleta es la que degrada a los plásticos, la infrarroja también los degrada aunque en menor medida y la radiación PAR (Radiación Fotosintéticamente Activa) es necesaria para el crecimiento y desarrollo de las plantas, ya que es la mas necesaria para la fotosíntesis (Cepla, 2002).

La regulación de actividades fisiológicas como la fotosíntesis, apertura estomática y la respiración, el crecimiento y desarrollo de órganos vegetativos, y biomasa se encuentran reguladas por las características de la radiación recibida (Benavides, 2002).

Radiación PAR

La radiación fotosintéticamente activa, es la longitud de onda que son utilizadas por las plantas para los procesos bioquímicos en la fotosíntesis, y llevar a cabo la conversión de la energía lumínica a energía química para el desarrollo de la biomasa (Stephen, 2001).

La PAR puede ser definida como las unidades cuánticas de energía lumínica, expresado como el numero de fotones de luz recibida sobre una unidad de área. Un fotón es una cantidad sumamente pequeña de energía. Individualmente cada fotón con su longitud de onda especifica y el nivel de energía representa el color que es percibido por el ojo humano (Stephen, 2001).

La luz visible es un compuesto de longitudes de onda entre los 400 y 700 nm, que es definida como (PAR) radiación fotosintéticamente activa. Los diferentes colores de plástico para acolchado absorben y reflejan diferentes longitudes de onda de luz y las plantas son muy sensibles al color de la luz que reciben en las hojas por efecto de la energía solar incidente y reflejadas por las superficies (Orzolek y Otjen, 2003).

La característica clave de la radiación que permiten el control de las respuestas de las plantas son: La cantidad de radiación y la calidad de la misma (Benavides, 2002).

Radiación Reflejada por el Acolchado

Los acolchados plásticos modifican directamente el microclima alrededor de la planta al influir en la cantidad de radiación (absorbida y reflejada) sobre la superficie, el color del acolchado determina en gran parte la energía reflejada e irradiada, influyendo directamente sobre el microclima de las plantas (Hort.uconn, 2002).

El plástico color rojo refleja entre 510 – 720 nanómetros dentro de la gama (verde, amarillo, naranja y rojo); el azul refleja entre 380 a 510 nanómetros dentro de la gama (violeta, azul y verde) y el plástico amarillo refleja dentro de la gama (violeta y azul). Las diferencias en la luz reflejada por los diferentes colores influye directamente en el crecimiento y desarrollo de las plantas (Orzolek, *et al.* 1993).

Efecto de la Radiación Hacia las Plantas.

La luz roja y rojo lejano (entre 600 y 800 nanómetros) dan como respuesta mayor crecimiento de las plantas. La luz roja de onda corta OT/R provoca que una planta desarrolle tallos cortos y raíces más robustas. Una porción FR/R mas alta afecta el punto

de crecimiento provocando que una planta tenga mayor altura y desarrolle mayor área foliar. Los diferentes colores de film reflejan diferentes longitudes de onda y proporciones de FR/R diferentes (Orzolek, *et al.* 1993).

Función de los Fotorreceptores

Las plantas poseen varios sistemas de fotorreceptores que les permite obtener información sobre diversos aspectos de la luz incidente, tales como la intensidad, duración y periodicidad, dirección y color, esto le permite a las plantas modular un amplio rango de procesos de desarrollo a las nuevas condiciones ambientales. Los procesos de desarrollo que son afectados por las condiciones luminosas abarcan todo el ciclo vital de la planta que van desde la germinación, pasando por el desarrollo de las plántulas, en los múltiples cambios morfológicos y fisiológicos (Cantón, 2002).

La luz a través de estos fotorreceptores altera la expresión de grupos de genes concretos que determina finalmente los cambios fisiológicos y morfológicos. Actualmente se conocen tres grupos de fotorreceptores: los receptores de luz UV-B, los criptocromos o receptores de luz UV-A y azul, y los fitocromos o receptores de la región del rojo (R) y el rojo lejano (RL) del espectro de luz (Cantón, 2002).

Los fitocromos son proteínas homodimericas en el que cada una de las cadenas polipeptídicas tiene un tetrapirrol lineal que actúa como una “antena receptora de fotones” que inicia el proceso de percepción (Cantón, 2002).

El fitocromo es el pigmento que controla la fotosíntesis. Este sistema de pigmento fotorreversible consiste en dos formas, Pr y Pfr, que contiene adsorciones máximas en rojo (660 nanómetros) y rojo lejano (730 nanómetros) de longitudes de onda, respectivamente. La conversión del pigmento de una forma u otra influye en los aspectos de crecimiento y floración (Clemson, 2003).

La función fotorreceptora del fitocromo se basa en su capacidad de existir en dos formas: una denominada Pr, que absorbe mayormente fotones de luz roja, y la Prf, que absorbe la luz roja lejana, estudios fisiológicos indicaron que Prf es la forma biológicamente activa, mientras que la forma Pr es inactiva. Se puede decir que la molécula del fitocromo es como un interruptor molecular que se enciende o se apaga dependiendo de la iluminación a la que la planta está expuesta (Cantón, 2002).

Clorofila

En el desarrollo de la clorofila son impredecibles las radiaciones de 600 a 960 nm (rojo - naranja); la radiación de 430 – 500 nm (azul – violeta) actúa como media activador y las radiaciones infrarrojos (IR) superiores a 700 nm aportan el calor necesario (Robledo y Martín, 1988). Las radiaciones visibles tienen un papel fundamental en la síntesis de la clorofila y el posterior proceso fotosintético para sintetizar los compuestos orgánicos para su crecimiento y desarrollo, (Merkasi, 2002).

Entre los fotorreceptores conocidos se encuentran las clorofilas, los carotenoides, los fitocromos, los receptores de la luz azul y las de ultravioleta. Las clorofilas y carotenoides son receptores de radiación en la banda amplia de 400 – 700 nanómetros, lo cual se relaciona con la actividad fotosintética (Benavides, 2002).

Cuando esos pigmentos llamados clorofila A, clorofila B y algunos carotenoides, son irradiados con luz que contienen todas las longitudes de onda de luz visible, absorben la mayor parte de las porciones roja y azul del espectro y reflejan la porción verde (Lira, 1994).

Evidentemente la luz se absorbe separadamente por dos diferentes sistemas de pigmentos, uno de longitud de onda más larga que el otro, y el funcionamiento satisfactorio de la fotosíntesis requiere que ambos sistemas se activen, se ha encontrado que el sistema de longitud de onda más corta (llamada fotosistema II), contiene además

algo de clorofila A, pero gran cantidad de clorofila B, y pigmentos accesorios como ficobilinas en sistema de longitud de onda larga (fotosistema I) que contiene mayor porción de clorofila (Lira, 1994).

Fotosíntesis

Las plantas requieren de radiación solar para la fotosíntesis, y su índice de crecimiento son proporcionales a la cantidad recibida, no asumiendo a otros parámetros ambientales que son restrictivos (Stephen, 2001).

La actividad fotosintética es determinada en relación con el dióxido de carbono con la intensidad de la luz y el incremento de la luminosidad (Zanon , 1990). Las plantas son organismos especializadas en la captura y transducción energética de la radiación a través de la fotosíntesis, también son capaces de regular la morfogénesis (generación de la forma y estructura) por medio de la percepción de las características de la radiación, por ella es donde se aprovecha por la manipulación de la radiación transmitida o reflejada por la película plástica (Benavides, 2002).

La temperatura del suelo juega un papel importante en la actividad fotosintética de la planta. La máxima actividad es obtenida a un grado definido de temperaturas (Zannon, 1990).

Por encima de cierto nivel de irradiancia, conocido como saturación lumínica, el incremento de la luz ya no causa efecto alguno en las actividades fotosintéticas (Salisbury y Ross, 1994).

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

La alta o baja tasa fotosintética en un cultivo no es un factor que se exprese directamente con el rendimiento (Nuez, *et al.*, 1996).

Calidad de la Luz

El color de la luz visible es una propiedad de su longitud de onda, por lo cual el nivel de energía de diferentes colores de la luz puede ser variable. La luz azul, con menor longitud de onda y mayor frecuencia, es cerca de 1.8 veces más energética que el mismo número de fotones de la luz roja. La planta debe absorber la luz para mantener en funciones la maquinaria fotosintética (Lira, 1994).

El plástico acolchado de color blanco aumenta considerablemente la cantidad de luz de mejor calidad que es aprovechable por la planta (Papaseit, *et al.*, 1997).

Resistencia Estomatica

Si los estomas están cerrados o casi cerrados, la resistencia puede ser muy elevada; Si están abiertos, la resistencia puede ser relativamente baja. La resistencia estomatica representa el regulador mas importante de la transpiración, ya que es necesaria para enfriar las hojas, por lo que la evaporación del agua es un proceso refrigerante en donde el estoma se cierra o se abre para llevar a cabo dicha regulación (Salisbury y Ross, 1994).

Debido a que los estomas actúan como reguladores en el intercambio de CO₂ entre la planta y la atmósfera, cualquier deficiencia hídrica es suficiente para cerrar los estomas disminuyendo el nivel de la fotosíntesis, bajo deficiencias de agua en el suelo o en la planta, produce principalmente cambios de la conducción de CO₂ a través de los estomas (Kriedeman y Smart, 1971).

Los valores de resistencia estomática son mas altas en las plantas con acolchado plástico que en plantas sin acolchado plástico (Munguía y Quezada, 2000), lo que corresponde a una mayor temperatura foliar (Torres, 1999).

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización Geográfica del Sitio Experimental.

El trabajo se estableció en el campo experimental del Departamento de Agroplásticos del Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA), el cual se encuentra ubicada en el Noreste de la Ciudad de Saltillo, Coahuila, dentro de las coordenadas geográficas 25°27" latitud Norte y 101°02" longitud Oeste, a una altitud de 1,610 msnm.

Clima del Lugar.

Basándose en la clasificación de Koepen, modificada por García (1988), la fórmula climática es $B_{so}K(X')(e)$ y se define como seco estepario, templado con veranos cálidos, la temperatura media anual varía entre los 12 y 18 °C, y la del mes más caluroso 18 °C, presenta un régimen de lluvia intermedio entre verano e invierno y la precipitación media anual es de 365 mm, siendo los meses que presentan mayor precipitaciones entre Julio y Septiembre. La evaporación promedio mensual es de 178 mm, reportándose la más alta en los meses de Mayo y Julio con 236 y 234 mm respectivamente.

Característica del Suelo

Los suelos del lugar, son de origen aluvial, medianamente ricos en materia orgánica, ligeramente alcalinos, cuyo pH oscila entre los 7.4 a 7.8 y textura arcillo-limosa.

Diseño Experimental

El trabajo experimental se estableció bajo un diseño de bloques al azar, con 7 tratamientos y 4 repeticiones, teniendo 28 unidades experimentales, y donde los tratamientos fueron.

3.1 Tratamientos.

No. de tratamiento	Color de acolchado
1	Blanco
2	Negro
3	Café
4	Azul
5	Rojo
6	Plata
7	Transparente

Croquis del Área Experimental.

3.2 Arreglo experimental.

T28 R4 B28	T27 R4 B27	T26 R4 B26	T25 R4 B25	T24 R4 B24	T23 R4 B23	T22 R4 B22
T15 R3 B15	T16 R3 B16	T17 R3 B17	T18 R3 B18	T19 R3 B19	T20 R3 B20	T21 R3 B21
T14 R2 B14	T13 R2 B13	T12 R2 B12	T11 R2 B11	T10 R2 B10	T9 R2 B9	T8 R2 B8
T1 R1 B1	T2 R1 B2	T3 R1 B3	T4 R1 B4	T5 R1 B5	T6 R1 B6	T7 R1 B7

T = tratamiento R = repetición B = bloque

Preparado del Almacigo

Para obtener plántulas de calidad se tuvieron que realizar algunas actividades extras para asegurar el número de plantas suficientes y sanas principalmente para el transplante; como a continuación se menciona:

- Se desinfectaron las paredes interiores de un invernadero tipo capilla de 180 m², que se empleo para estibar las charolas para su germinación.
- Lavado de las charolas de poliuretano de 200 cavidades, con agua, jabón y después se desinfectaron con cloro soluble en agua a una relación de 1:10, por ultimo se empleo el ultimo enjuague con agua.
- Se llenaron las charolas con sustrato promix (P6X) y se coloco una semilla en cada cavidad.
- En el invernadero se instalo el sistema de riego por nebulización.
- Después se aplico un riego pesado a las charolas sembradas.
- Posteriormente se estibaron dentro del invernadero, hasta que iniciaron el punteado y después se desestibaron y se colocaron en mesas dentro del invernadero, donde permanecieron hasta el transplante.
- Los riegos se llevaron a cabo las veces necesarias durante el día, continuamente a veces acompañado de aplicaciones de fertilizantes, fungicidas y plaguicidas, según el caso o la necesidad de la planta.

Material Vegetativo.

El material utilizado en este experimento fue Chile dulce (pimiento), variedad Capistrano.

Capistrano es una variedad de polinización abierta, y sus características son las siguientes: Días a maduración 72-76 días, color del fruto es verde oscuro a rojo, largo x diámetro del fruto 11 X 10 cm, forma del fruto 3 - 4 lóbulos campana, altura de la planta 51 - 61 cm. Es para mercado fresco, fruto grande, planta erecta y habito ligeramente abierta y resistente a virus del mosaico del tabaco, patotipos 0, 1, 1.2 y 1.2.3. (Faxsa, 2002).

Preparación del Terreno.

El área del experimento se preparó mediante los principales pasos en el sistema de siembra por surcos. En primer lugar se barbecho con arado de discos a una profundidad de 30 - 40 cm, con el propósito de voltear la capa arable, posteriormente se dieron dos pasos de rastra para desmenuzar los terrones, quedando listo para marcar el terreno.

Delimitación del Terreno.

Se midieron 7 metros de largo por cada cama y entre camas una separación de 1.80 metros, se marcaron 4 camas por bloque y en total son 7 bloques por repetición, por lo tanto se marcaron 28 camas, además de un surco orillero, siendo un total de 29 surcos por repetición.

El experimento se hizo con 4 repeticiones, las repeticiones se separaron con un metro entre una y otra.

Instalación del Sistema de Riego por Goteo.

Se colocó la cinta en el centro de cada cama, conectándose a la línea principal. El sistema de riego utilizado fue por goteo, para lo cual se utiliza cinta de riego stream line con goteros a 30 cm y gasto de 326 lt/h/100.

Acolchado.

Las películas plásticas que se utilizaron para dicho experimento fue originario de Estados Unidos, siendo este de polietileno baja densidad – lineal, calibre 125.

Una vez levantadas las camas se colocó el acolchado manualmente y el acomodo de cada bloque (tratamiento), y en 4 repeticiones, sumando un total de 28 bloques. En cada repetición se acomodaron los tratamientos al azar, hechos mediante un sorteo.

Además se acolcharon los surcos orilleros, para que se tuvieran las mismas condiciones que los surcos de evaluación.

Transplante

Esta actividad se hizo el 10 de mayo de 2002, horas antes del transplante se dio un riego hasta capacidad de campo y al mismo tiempo se aplicó un fungicida para desinfectar, posteriormente en cada perforación del plástico se depositó una planta enterrando las raíces aproximadamente 10 cm de profundidad.

Manejo del Cultivo.

Riegos

Los riegos se programaron en el equipo de fertirriego para realizarse al inicio del cultivo 2 horas diarias y posteriormente de 2 a 4 horas cada tercer día, en el mismo riego se aplicó el fertilizante.

Aplicación de Fertilizantes, Fungicidas y Plaguicidas.

Para la aplicación del fertilizante se utilizó el sistema de fertirriego por medio de la cintilla, además de haber hecho algunas aplicaciones foliares con mochila. Las aplicaciones variaron de acuerdo a la etapa de crecimiento en la que se encontraba la planta, porque de acuerdo a ello se modifican los requerimientos. La dosis de fertilizante (N-P-K) fue de 300 – 150 – 400. Las fuentes utilizadas son:

Nitrato de Amonio NH_4NO_3 (33.5 - 00 - 00)

Nitrato de Potasio KNO_3 (14 - 00 - 40)

Control Fitosanitaria

La aplicación de insecticidas y fungicidas se llevaron a cabo cuando se detectaron algunas plagas, cuyas poblaciones sean lo suficiente grande y se corra el riesgo de que puedan causar daño; las plagas más comunes que se presentaron fueron trips, pulgón, minador de la hoja y mosquita blanca.

Respecto a las aplicaciones para enfermedades normalmente fueron preventivos, siempre y cuando las condiciones fueran favorables para el desarrollo de algún tipo de hongo; también se aplicaron cuando se detectaron el inicio del problema. Las enfermedades que comúnmente se presentaron fueron: el marchites del chile y estrangulamiento de la planta (Damping-off).

Los productos que se utilizaron fueron: Agresor, Pounce 500 C.E., Sultron, Metomil, Lucaptan, Aflix, Basudin, Cupertron, Velonil, Trigard y Tecto 60

Deshierbes.

Esta actividad se llevó a cabo manualmente con azadón, y hubo la necesidad de aplicar deshierbe en periodos cortos, para evitar el sombreo por malezas a los sensores y se altere la información que se estaba generando.

Los deshierbes normalmente se hicieron primero en las perforaciones del acolchado, porque afecta directamente a la planta ya que se encuentra pegado en el tallo y posteriormente se limpiaba en los pasillos. Una vez terminado se retiran las malezas en los pasillos para que esta no sea un medio de desarrollo de enfermedades.

Variables Evaluadas

Radiación.

Para determinar la radiación PAR reflejada se colocó un sensor Quantun de LI-COR Co, el cual se conectó a un equipo DATA-LOGGER LI-1000 de LI-COR CO, que se instaló el día 30 de mayo del 2002. El equipo se programó para tomar lecturas cada minuto y sacar una media cada hora y durante las 24 horas del día. Se instaló un sensor para cada color de acolchado, estas mediciones se tomaron durante todo el ciclo del cultivo.

Con este sensor se midieron las radiaciones incidentes y reflejadas en cada color de acolchado (tratamiento). Para los análisis se tomaron tres periodos; el primero fue del 31 de mayo al 5 de junio de 2002, el segundo del 15 de julio al 22 de julio y el tercero del 26 de agosto al 2 de septiembre de 2002. Y para la evaluación se seleccionaron los datos de 12 horas, desde las 8 am – 8 pm.

Temperatura

Para determinar la Temperatura del suelo se utilizaron sensores del tipo 1000.15 de LI-COR Co., los cuales se conectaron a un DATA-LOGGER LI-1000 de LI-COR Co., y este se programó para tomar lecturas cada minuto y promedio de cada hora durante las 24 horas del día.

En todos los tratamientos se determinó la temperatura del suelo a dos profundidades: 7.5 y 15 centímetros, de igual manera que la radiación se analizará los datos en intervalos de 3 periodos; el primero fue del 31 de mayo al 5 de junio de 2002, el segundo del 15 de julio al 22 de julio y el tercero del 26 de agosto al 2 de septiembre de

2002, con el propósito de comparar los efectos de las radiaciones con las temperaturas y con las otras variables a medir.

Fotosíntesis

Para determinar la asimilación de CO₂ en los diferentes tratamientos se realizó análisis en dos fechas diferentes (26 de julio y 19 de agosto del 2002) cuando el cultivo tenía cobertura suficiente. Para estas determinaciones se utilizó un analizador de gases infrarrojo (IRGA) LI-1600 de LI-COR, Inc.

Las evaluaciones se hicieron en días totalmente despejados y soleados a intervalo de una hora para cada lectura, (13 horas); para ello se eligieron hojas extendidas a cierta altura de la planta.

Resistencia Estomática.

La resistencia estomática se determinó conjuntamente con la fotosíntesis, para lo cual se utilizó también el analizador de gases infrarrojo.

Clorofila

Para determinar el contenido de clorofila en las hojas de las plantas en los tratamientos se utilizó el método de Goodwin (1976) con el Espectrofotómetro BAUSH A. LOMB, SPECTRONIC 20.

El procedimiento fue coleccionar hojas de las plantas de cada tratamiento y se pesó 0.5 gramos de hoja, los cuales se cortaron en trocitos y se colocaron dentro de un mortero, se agregó acetona a 80% y luego se molió. Se transfirió el extracto resultante a un embudo buchner provisto de un disco de papel filtro y se filtró al vacío. El extracto se quedó totalmente transparente y sin restos de hojas.

El filtrado se colocó dentro en una cuba para determinar su absorbancia en el espectrofotómetro, calibrándolo antes con un blanco compuesto de acetona al 80% y las lecturas se realizaron a 645 y 663 nanómetros.

Teniendo las lecturas en el espectrofotómetro se realizaron ciertas conversiones con las formulas siguientes:

$$Ct = (20.2 * A648) + (8.02 * A663)$$

$$Ca = (12.7 * A663) - (2.69 * A 648)$$

$$Cb = (22.9 * A648) - (4.68 * A663)$$

Ct = Clorofila total.

Ca = Clorofila a

Cb = Clorofila b

A = Valores de las lecturas en el espectrofotómetro.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Radiación Fotosintéticamente Activa Reflejada.

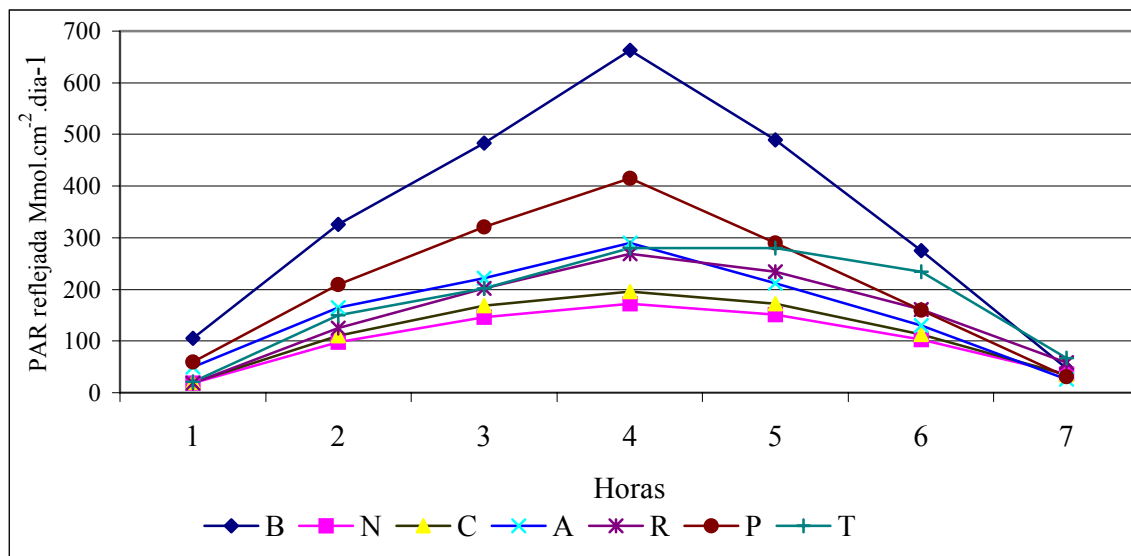
El análisis de varianza para la primera evaluación (cuadro 1 y figura 1), muestra que la diferencia entre los colores de acolchado son altamente significativas, lo que indica que existen diferencias para reflexión de PAR en cada color de acolchado empleado. Se observa que la mayor cantidad de radiación reflejada en todos los acolchados fue entre 12 – 16 horas, y el acolchado que reflejó mayor cantidad de PAR fue el blanco ya que reflejo aproximadamente 30 % de la radiación total incidente, seguido del acolchado plata; con esto se demuestra que estos colores de acolchado tienen baja capacidad de absorción de radiación y transmisión de calor al suelo. Los acolchados con menor cantidad de PAR reflejada fueron el negro y el café con aproximadamente 8-10 % del total incidente, esto implica que dichos colores tienen la capacidad de absorber gran cantidad de radiación incidente y transmitida al suelo. El resto de los acolchados se encuentran en un rango entre los 15 y 20 % de la radiación PAR incidente.

Cuadro 4.1. Análisis de varianza y comparación de medias de radiación PAR reflejada por diferentes plásticos de colores para acolchado en el periodo 31 de mayo al 5 de junio del 2002, en un cultivo de pimiento morrón.

Tratamiento	Radiación PAR reflejada en $\mu\text{mol.cm}^{-2}.\text{dia}^{-1}$						
	Horas						
	08:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	20:00
R. T. Incidente.	188	1034.2	1685.4	2027.4	1736.3	979.6	291.9
Blanco	104.94a	326.03a	483.19a	662.89a	489.59 a	275.66a	47.42ab
Negro	18.46c	98.47d	146.06c	171.93d	151.56c	102.28b	35.42b
Café	20.06c	110.13cd	167.96c	195.69d	172.56bc	112.57b	34.55 b
Azul	49.55b	164.54 bc	221.74c	289.31c	211.85bc	129.67b	25.89b
Rojo	18.26c	125.09cd	202.47c	268.7c	234.35bc	160.70b	58.84a
Plata	59.99b	209.39b	320.86b	414.73b	290.35b	160.31b	30.86b
Transparente	21.09c	149.86bcd	201.81c	279.96c	234.41bc	174.58b	67.04 a
CV %	26.8	19.97	23.13	10.94	28.14	25.48	27.87
Sig. Estad.	**	**	**	**	**	**	**

** Diferencia altamente significativa.

Nota: Tratamiento con letras diferentes son estadísticamente distintos.



B = blanco N = negro C = café A = azul R = rojo P = plata T = Transparente.

Figura 4.1. Radiación PAR reflejada por diferentes colores de acolchado plástico del 31 de mayo al 5 de junio del 2002, en un cultivo de pimiento morrón.

El análisis de varianza para el segundo periodo de evaluación (cuadro 2 y figura 2) del 15 de julio al 22 de julio, muestra que existen diferencias altamente significativas de reflexión de radiación entre los diferentes colores de acolchados plásticos; Sin embargo, para este periodo los valores de reflexión son muy diferentes que las encontradas en el primer periodo, ya que mientras que en el periodo anterior el acolchado blanco y plata fueron las de mayor reflexión, en este periodo fueron de los que tuvieron los valores más bajos, al igual que el negro, con valores de aproximadamente de 2 % de la radiación PAR incidente. En esta ocasión los colores con mayor reflexión fueron el transparente y el rojo, aunque también disminuyó un poco en relación con el primer periodo, ya que mientras que al inicio tuvieron alrededor de 13 % de reflexión, en el segundo periodo fue de aproximadamente 8%.

El menor porcentaje de reflexión PAR, se debe en particular a la alta cantidad de follaje de las plantas, lo que sombrea al acolchado provocando que la radiación total incidente no tenga contacto directo con la superficie del plástico acolchado. En el acolchado transparente aumentó la temperatura del suelo favoreciendo el desarrollo de enfermedades en la raíz provocando la muerte de la mayoría de ellas o menor desarrollo

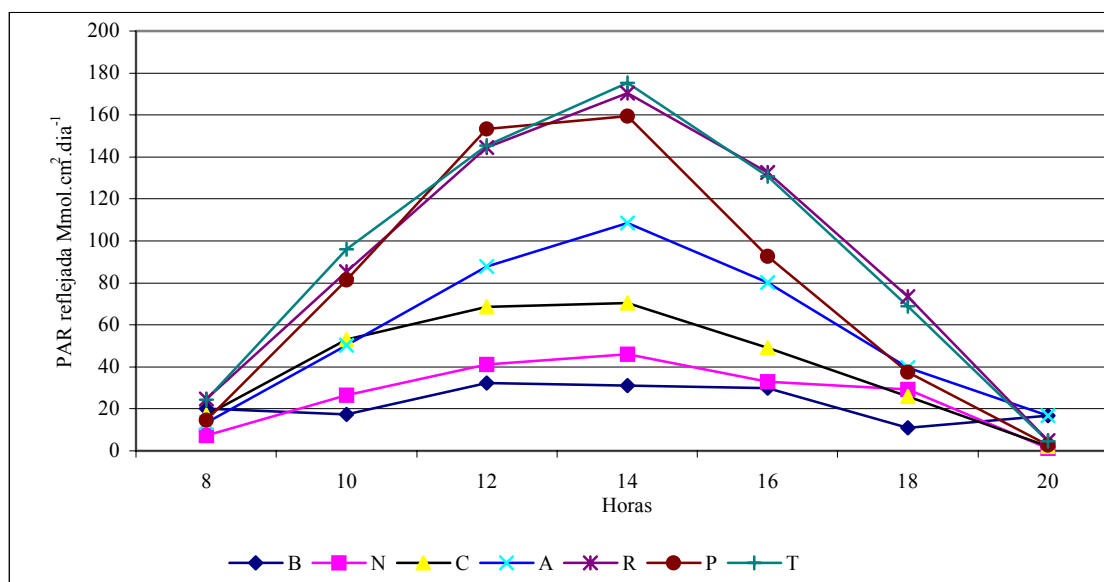
de follaje, lo que la llegada de la radiación fue muy directo y por lo tanto mayor reflexión.

Cuadro 4.2. Análisis de varianza y comparación de medias de radiación PAR reflejada por diferentes plásticos de colores para acolchado en el periodo 15 de julio al 22 de julio del 2002, en un cultivo de pimiento morrón.

Tratamiento	Radiación PAR reflejada en $\mu\text{mol.cm}^{-2}.\text{día}^{-1}$						
	Horas						
	08:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	20:00
R .T. Incid.	337.40	1274.9	1755.5	1661.7	1093.28	517.66	41.41
Blanco	20.07 a	17.30 d	32.23 d	31.22 c	29.77 c	10.89 c	16.84 a
Negro	7.34 b	26.38 d	41.24 cd	46.03 c	32.95 bc	29.28 bc	1.25 b
Café	17.05 ab	53.02 c	68.59 bc	70.28 bc	48.96 bc	25.83 bc	2.14 b
Azul	13.29 ab	50.41 c	87.84 b	108.57 b	29.77 c	39.49 b	2.78 ab
Rojo	24.56 a	85.43 b	144.55 a	170.57 a	132.53 a	73.47 a	4.76 ab
Plata	14.55 ab	81.47 b	153.21 a	159.38 a	92.71 ab	37.57 bc	2.60 ab
Transparente	24.40 a	95.89 a	145.34 a	175.19 a	130.93 a	68.82 a	4.66 ab
CV %	44.29	11.25	22.83	29.67	56.18	42.68	186.80
Significancia	**	**	**	**	**	**	*

** Diferencia altamente significativa.

Nota: Tratamientos con letras diferentes son estadísticamente distintos.



B = blanco N = negro C = café A = azul R = rojo P = plata T = Transparente.

Figura 4.2. Radiación PAR reflejada por diferentes colores de acolchado plástico del 15 de julio al 22 de julio del 2002, en un cultivo de pimiento morrón.

El análisis de varianza para la radiación reflejada en el periodo del 26 de agosto al 02 de septiembre del 2002 muestra que existen diferencias altamente significativas entre los diferentes tratamientos (cuadro 3 y figura 3).

Para estas fechas la radiación total incidente fue muy similar al del segundo periodo, pero el acolchado transparente sigue siendo el que mayor PAR reflejo, siendo un 6% del total incidente, seguido de los acolchados azul y rojo; esto se debe a que en el acolchado transparente había muy pocas plantas y con poco follaje que eviten el contacto directo de la radiación total incidente, por lo cual el porcentaje de radiación reflejada se sigue manteniendo mayor que en los acolchados con plantas de mayor cobertura.

Además el acolchado blanco sigue siendo el que menor cantidad de PAR reflejo, siendo aproximadamente de 1% del total incidente, y esto es porque desarrolló mayor follaje de las plantas que cubrió casi en la totalidad al plástico acolchado, además de haber mayor número de plantas. La máxima cantidad de radiación reflejada fue entre 12 – 16 horas del día, pero el porcentaje de radiación reflejada con relación a la incidente se mantuvo casi constante durante todo el día.

Cuadro 4.3. Análisis de varianza y comparación de medias de radiación PAR reflejada por diferentes plásticos de colores para acolchado en el periodo 26 de agosto al 02 de septiembre del 2002, en un cultivo de pimiento morrón.

Tratamiento	Radiación PAR reflejada en $\mu\text{mol}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{día}^{-1}$						
	Horas						
	08:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	20:00
Rad. T. Incid.	327.72	1271.5	1745.37	1540.12	1059.92	441.4	10.96
Blanco	2.73 c	6.26 f	10.90 e	15.77 d	16.17 b	9.23 b	0.13 d
Negro	3.23 c	13.13 e	21.91de	22.16 cd	25.90 b	17.83 b	0.30 cd
Café	6.24 b	20.72 d	38.02 c	35.57 c	28.72 b	13.82 b	0.35 cd
Azul	6.97 b	38.97 b	79.04 a	81.81 b	70.17 a	36.60 a	0.57 bc
Rojo	7.09 b	29.62 c	52.52 b	72.71 b	73.86 a	42.71 a	0.70 ab
Plata	3.32 c	14.88 e	27.53cd	35.61 c	25.88 b	11.19 b	0.25 d
Transparente	11.97 a	49.23 a	81.74 a	104.32 a	83.11 a	42.60 a	0.91 a
CV %	19.86	13.41	16.02	23.83	30.76	40.55	40.27
Significancia	**	**	**	**	**	**	**

** Diferencia altamente significativa.

Nota: Tratamientos con letras diferentes con estadísticamente distintos.

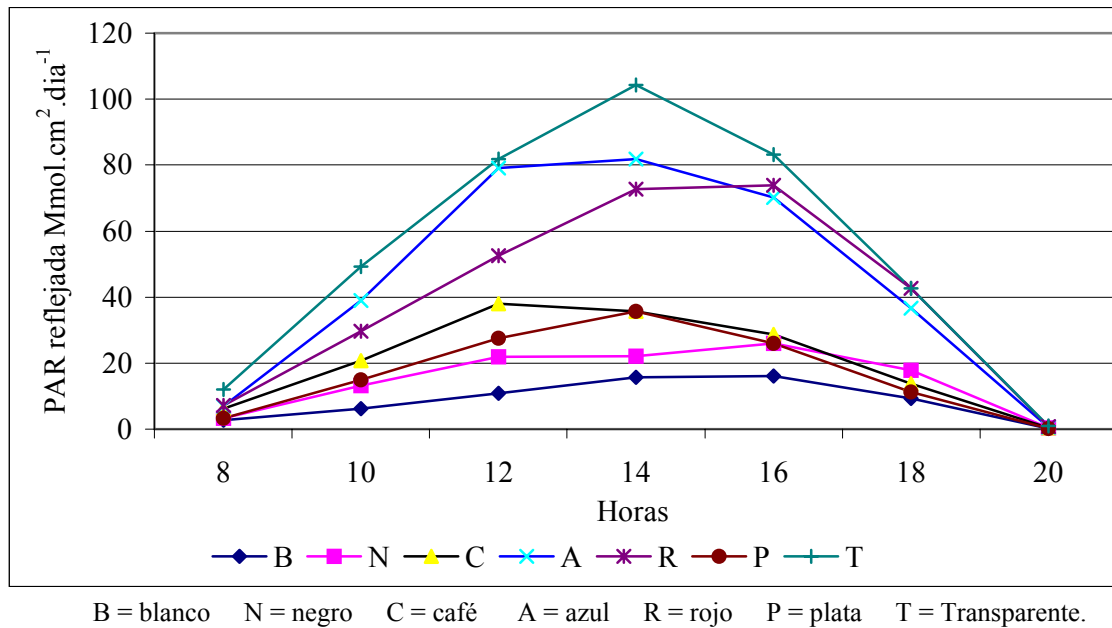


Figura 4.3. Radiación PAR reflejada por diferentes colores de acolchado plástico del 26 de agosto al 2 de septiembre del 2002, en un cultivo de pimienta morrón.

De manera general se observa claramente como la radiación reflejada en el primer periodo de evaluación es mucho mayor que la del segundo y tercer periodo, y la explicación lógica es el aumento de la cobertura de las plantas que alcanzo a cubrir la mayor parte del acolchado evitando la llegada de la radiación al plástico y su reflexión. Esto coincide con Martínez, (1997), ya que él menciona que el acolchado al principio del ciclo vegetativo del cultivo estaban mas expuestos a mayor incidencia de radiación y por tanto mayor influencia de los acolchados en la superficie y zona radicular de los cultivos, después las plantas presentaron mayor cobertura foliar impidiendo la máxima exposición de los mismos (radiación y temperatura), por lo que los acolchados presentaron menor influencia de calentamiento en el suelo y en la zona radicular. Se observa que el acolchado transparente reflejó menos PAR en el primer periodo, después fue el que mayor cantidad de PAR reflejó en los dos periodos restantes y esto es debe al poco numero de plantas y poco follaje.

Al inicio del cultivo la mayor radiación reflejada fue en el acolchado blanco, y esto concuerda con Lara (1993) ya que él en un trabajo de evaluación con acolchados fotoselectivos porque encontró que la mayor reflexión se da en el acolchado blanco cuando la cobertura del cultivo es poco.

Temperatura del Suelo.

El análisis de varianza para el primer periodo (31 de mayo al 5 de junio) y 7.5 cm de profundidad muestra que hay diferencias estadísticas altamente significativas entre los diferentes tratamientos (cuadro 4 y figura 4).

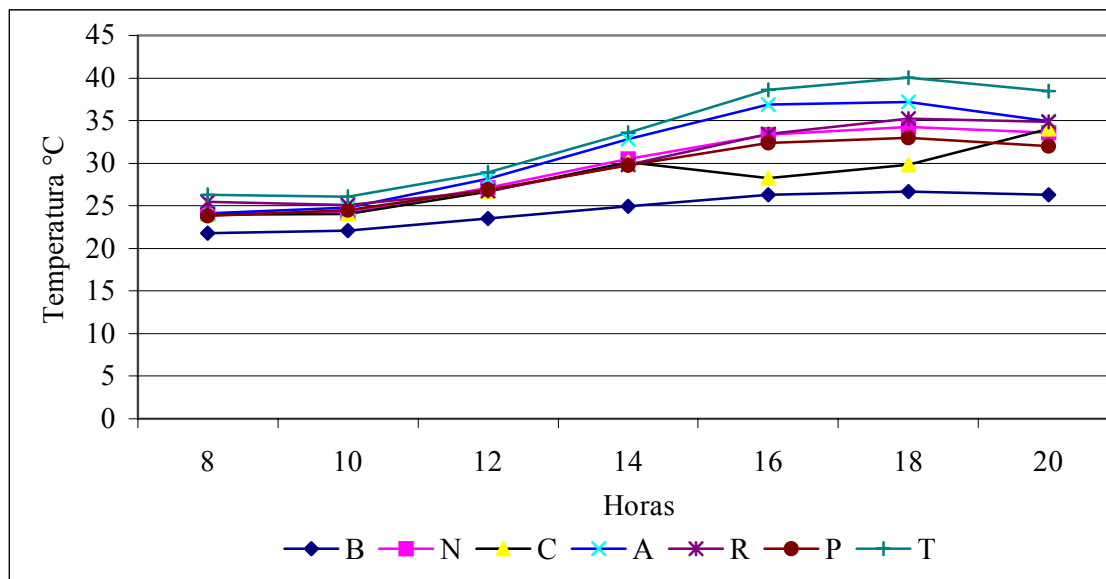
A esta profundidad y estas fechas en el acolchado blanco es donde se registraron menores temperaturas, es porque la mayor parte de la radiación es reflejada, y en el transparente se registró la máxima temperatura, con una diferencia hasta los 13 °C dependiendo a las horas, la diferencia mínima se registra a las 8 horas (4 °C) y la máxima es a las 18 horas (13 °C); mientras que en el resto de los tratamientos las diferencias son de 1 – 4 °C. Entre los acolchados donde las temperaturas son mas bajas, se encuentran además el café y el plata, mientras que las mas altas fueron en el rojo, azul, negro y transparente.

Cuadro 4.4. Análisis de varianza y comparación de medias de temperaturas del suelo a una profundidad de 7.5 cm en diferentes plásticos de colores para acolchado en el periodo de 31 de mayo al 5 de junio del 2002, en un cultivo de pimiento morrón.

7.5 cm	Temperatura en °C						
	Horas						
Tratam.	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	20:00
Blanco	21.81 c	22.10 d	23.49 d	24.95 c	26.29 c	26.69 e	26.31
Negro	24.08 b	24.22 bc	27.13 bc	30.47 b	33.34 b	34.27 bc	33.56
Café	23.92 b	24.02 c	26.67 c	30.11 b	28.23 c	29.85 de	33.99
Azul	24.09 b	24.80 bc	28.20 ab	32.80 a	36.92 a	37.20 ab	34.92
Rojo	25.47 a	25.07 b	26.71 c	29.79 b	33.40 b	35.23 bc	34.83
Plata	23.84 b	24.46 bc	26.88 c	29.73 b	32.37 b	32.98 cd	31.97
Transp.	26.30 a	26.08 a	28.90 a	33.61 a	38.61 a	40.04 a	38.49
C.V %	2.44	2.08	2.62	4.22	4.86	5.28	4.48
Signific.	**	**	**	**	**	**	**

** Diferencia altamente significativa.

Nota: Tratamientos con letras diferentes son estadísticamente distintos.



B = blanco N = negro C = café A = azul R = rojo P = plata T = transparente.

Figura 4.4. Temperaturas del suelo a 7.5 cm de profundidad en diferentes colores de acolchado plástico del 31 de mayo al 5 de junio del 2002, en un cultivo de pimienta morrón.

En el análisis de varianza para el segundo periodo (15 de julio al 22 de julio) y a la misma profundidad del suelo (7.5 cm) muestra nuevamente diferencias altamente significativas entre las temperaturas en los diferentes acolchados, (cuadro 5 y figura 5).

El tratamiento blanco registro la menor temperatura y el tratamiento transparente fue donde se encontró la máxima temperatura.

Las diferencias entre los dos acolchados son hasta 13 °C. La mínima diferencia se encuentra a las 8 horas y es de 3 °C, mientras que a las 18 horas se encuentra una diferencia de 13 °C.

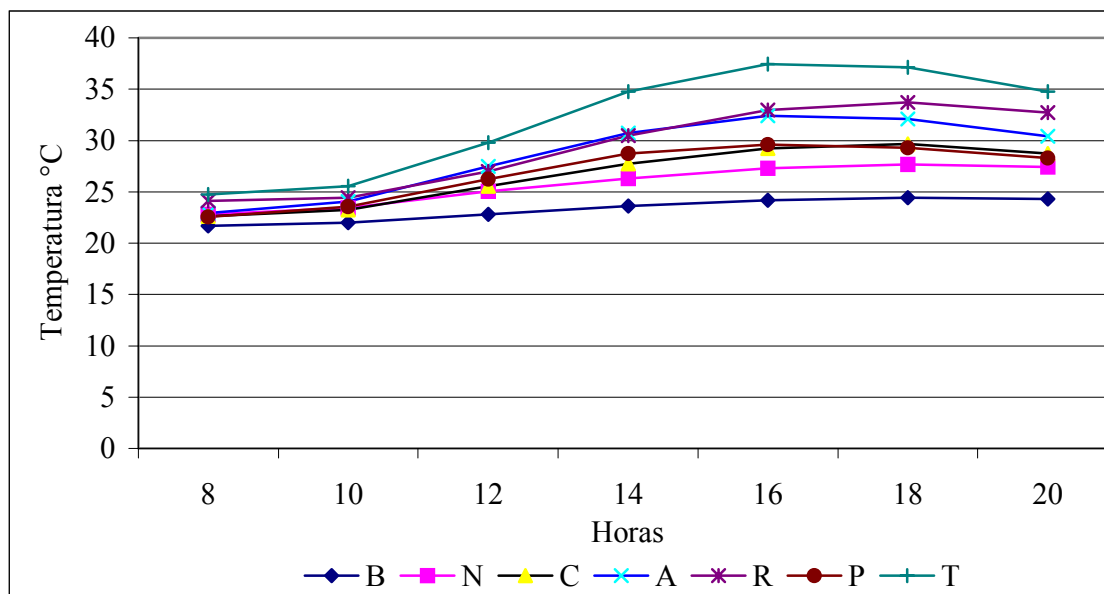
En general las temperaturas mas bajas se registran en los acolchados blanco, negro, café y plata, y las mas altas en el transparente, rojo y azul.

Cuadro 4.5. Análisis de varianza y comparación de medias de temperaturas del suelo a una profundidad de 7.5 cm en diferentes plásticos de colores para acolchado en el periodo de 15 de julio al 22 de julio del 2002, en un cultivo de pimiento morrón.

7.5 cm	Temperatura en °C						
	Horas						
Tratam.	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	20:00
Blanco	21.68 e	21.97 d	22.79 g	23.61 f	24.19 e	24.43 f	24.32
Negro	22.80 cd	23.45 c	25.01 f	26.27 e	27.30 d	27.69 e	27.42
Café	22.59 cd	23.26 c	25.56 e	27.70 d	29.25 c	29.67 d	28.69
Azul	22.92 c	24.06 b	27.49 b	30.74 b	32.40 b	32.09 c	30.40
Rojo	24.08 b	24.41 b	26.94 c	30.46 b	32.96 b	33.72 b	32.71
Plata	22.52 d	23.54 c	26.23 d	28.75 c	29.58 c	29.28 d	28.29
Transp.	24.71 a	25.55 a	29.75 a	34.77 a	37.45 a	37.12 a	34.74
C.V %	0.96	0.98	1.15	2.13	3.04	3.12	2.50
Signific.	**	**	**	**	**	**	**

** Diferencia altamente significativas.

Nota: Tratamientos con letras diferentes son estadísticamente distintos.



B = blanco N = negro C = café A = azul R = rojo P = plata T = transparente.

Figura 4.5 Temperaturas del suelo a 7.5 cm de profundidad en diferentes colores de acolchado plástico del 15 de julio al 22 julio del 2002, en un cultivo de pimiento morrón.

Para el periodo de evaluación del 26 de agosto al 2 de septiembre y a 7.5 cm de profundidad del suelo, los análisis de varianza muestran que hubo diferencias altamente significativas en la temperatura del suelo con los diferentes acolchados (cuadro 6 y figura 6).

Los tratamientos que mostraron las máximas temperaturas fueron el rojo y el azul y las mínimas temperaturas se registraron en el plata y el café, con una diferencia entre ellos de hasta 8 °C, en las horas de mas calor que fue generalmente a las 18:00 horas.

Cabe hacer notar que para este periodo las temperaturas en el acolchado transparente ya no fue tan alto, incluso fue de las mas bajas, y esto es porque al desarrollarse malezas abajo del plástico, evita que el suelo se caliente, ya que la maleza intercepta la radiación y no la deja pasar al suelo.

Cuadro 4.6. Análisis de varianza y comparación de medias de temperaturas del suelo a una profundidad de 7.5 cm en diferentes plásticos de colores para acolchado en el periodo de 26 de agosto al 02 de septiembre del 2002, en un cultivo de pimiento morrón.

7.5 cm	Temperatura en °C						
	Horas						
Tratam.	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	20:00
Blanco	23.93 a	23.81 a	24.21 b	24.92 c	25.52 c	25.99 c	26.07 c
Negro	22.70 b	22.48 b	23.05 c	24.11 cde	25.02 cd	25.55 c	25.70 c
Café	21.19 c	21.70 b	22.97 c	23.73 de	24.13 de	24.31 d	24.15 d
Azul	22.98 b	23.57 a	25.18 a	27.00 b	28.45 b	28.35 b	27.74 b
Rojo	24.18 a	24.07 a	26.01 a	28.54 a	30.35 a	31.07 a	30.52 a
Plata	19.58 d	20.25 c	22.34 c	23.45 e	23.18 e	22.75 e	22.23 e
Transp.	19.81 d	20.56 c	22.98 c	24.55 cd	24.76 cd	24.08 d	23.29 de
C.V %	2.58	2.38	2.43	2.18	2.63	2.94	3.15
Signific.	**	**	**	**	**	**	**

** Diferencia altamente significativa.

Nota: Tratamientos con letras diferentes son estadísticamente distintos.

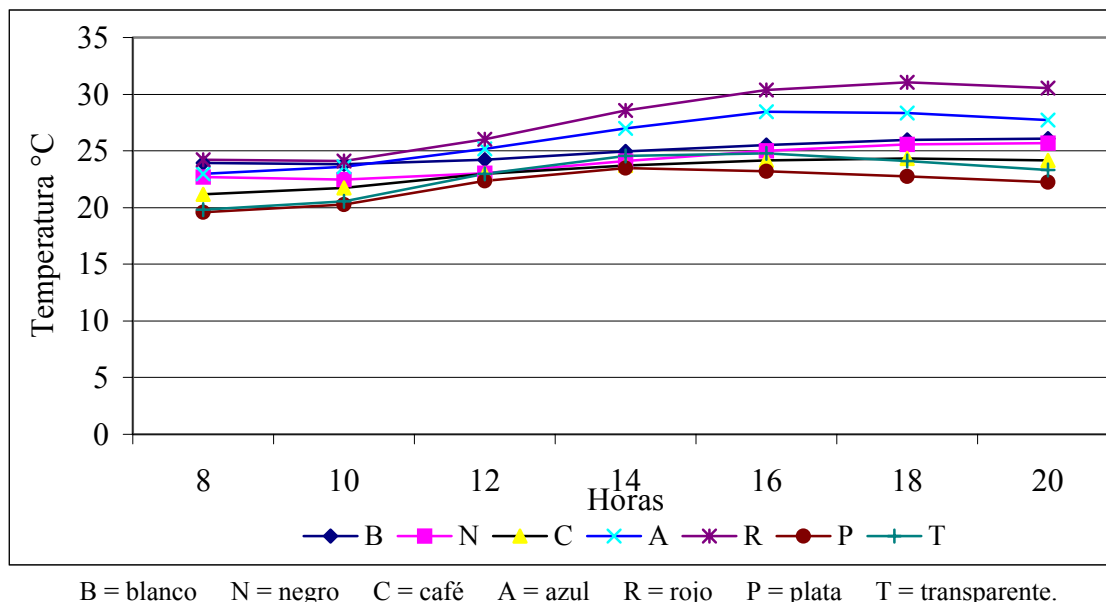


Figura 4.6. Temperaturas del suelo a 7.5 cm de profundidad en diferentes colores de acolchado plástico del 26 de agosto al 02 de septiembre del 2002, en un cultivo de pimienta morrón.

Los análisis de varianza para las temperaturas del suelo a 15 cm de profundidad en el periodo del 31 de mayo al 5 de junio, muestran diferencias altamente significativas entre los tratamientos evaluados, (Cuadro 7 y figura 7).

La tabla nos muestra que en el tratamiento blanco fue donde se registro la mínima y la máxima temperatura, en el tratamiento café y el transparente. Las diferencias registradas andan en un rango de 8 – 10 °C entre las de mayor y menor temperatura.

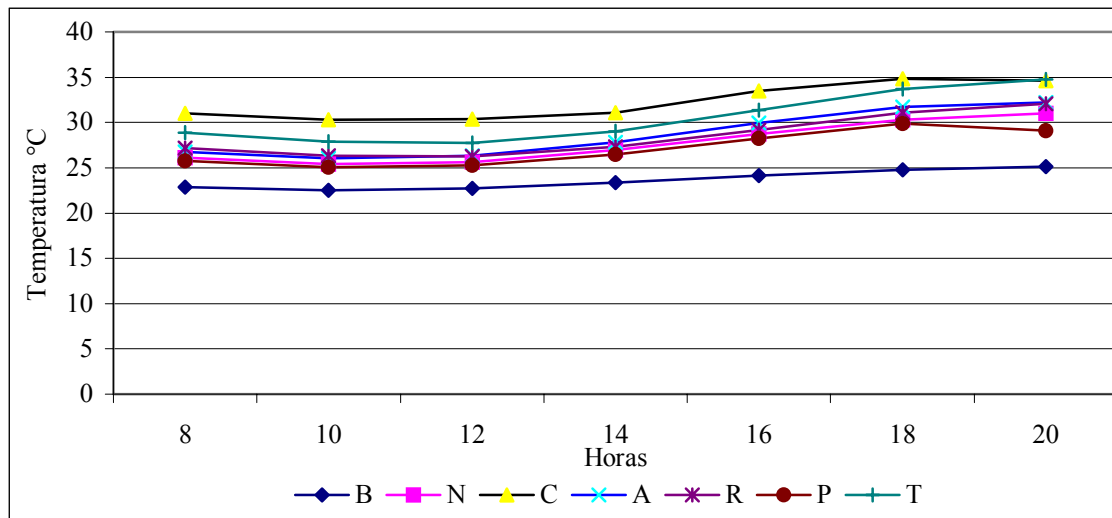
A esta profundidad el tratamiento blanco fue el que menos aumento en todo el día, con fluctuaciones de aproximadamente 3 °C y en el café también se dieron pequeñas fluctuaciones, pero mucho mas el acolchado blanco.

TABLA 4.7. Análisis de varianza y comparación de medias de temperaturas del suelo a una profundidad de 15 cm en diferentes plásticos de colores para acolchado en el periodo de 31 de mayo al 5 de junio del 2002, en un cultivo de pimienta morrón.

15 cm	Temperaturas en °C						
	Horas						
Tratam.	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	20:00
Blanco	22.88 f	22.53 f	22.73 e	23.32 e	24.11 e	24.79 d	25.10 d
Negro	26.14 de	25.38 de	25.63 cd	26.99 cd	28.75 cd	30.31 bc	31.02 bc
Café	31.02 a	30.32 a	30.36 a	31.08 a	33.49 a	34.85 a	34.61 a
Azul	26.73 cd	26.05 cd	26.36 c	27.79 c	29.97 bc	31.74 b	32.22 b
Rojo	27.17 c	26.35 c	26.29 c	27.31 cd	29.14 cd	31.05 bc	32.03 b
Plata	25.75 e	25.04 e	25.27 d	26.49 d	28.23 d	29.85 c	29.11 c
Transp.	28.85 b	27.89 b	27.78 b	29.01 b	31.33 b	33.69 a	34.76 a
C.V %	1.83	1.86	1.66	2.02	2.58	3.09	3.68
Signific.	**	**	**	**	**	**	**

** Diferencia altamente significativa

Nota: Tratamiento con letras diferentes son estadísticamente distintos.



B = blanco N = negro C = café A = azul R = rojo P = plata T = transparente.

Figura 4.7. Temperaturas del suelo a 15 cm de profundidad en diferentes colores de acolchado plástico del 31 de mayo al 5 de junio del 2002, en un cultivo de pimienta morrón.

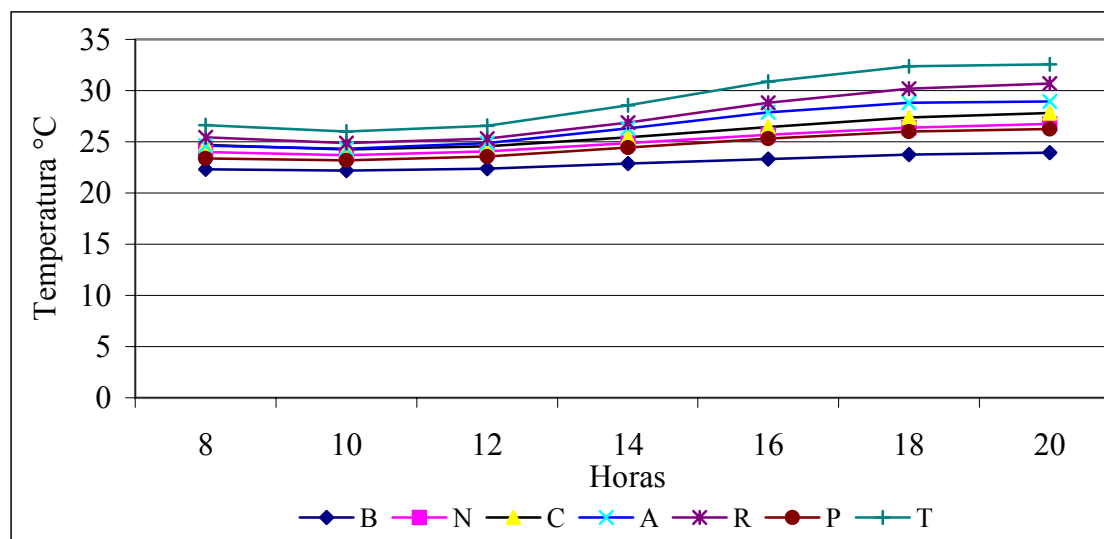
El análisis de varianza para el segundo periodo (15 de julio al 22 de julio) a 15 cm de profundidad muestran diferencias altamente significativas entre los tratamientos evaluados, (cuadro 8 y figura 8). Se observa que en el tratamiento blanco se mantiene una baja temperatura, mientras que en el tratamiento transparente y rojo se encuentran las más altas con una diferencia entre el blanco y transparente de 4 – 9 °C, dependiendo de las horas del día, cuando las temperaturas son más intensas, es cuando las diferencias son más elevadas. El acolchado blanco conservó bajas temperaturas en todo el día y pequeñas fluctuaciones (1.5 °C) en las diferentes horas del día y en el transparente se registran las mayores fluctuaciones con 6 °C.

Cuadro 4.8. Análisis de varianza y comparación de medias de temperaturas de suelo a una profundidad de 15 cm en diferentes plásticos de colores para acolchado en el periodo de 15 de julio al 22 de julio del 2002, en un cultivo de pimiento morrón.

15 cm	Temperaturas en °C						
	Horas						
Tratam.	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	20:00
Blanco	22.34 f	22.17 f	22.38 g	22.84 g	23.33 f	23.72 f	23.93 f
Negro	23.98 d	23.67 d	24.07 e	24.86 e	25.71 e	26.39 e	26.75 e
Café	24.70 c	24.26 c	24.53 d	25.41 d	26.46 d	27.37 d	27.82 d
Azul	24.65 c	24.29 c	24.89 c	26.33 c	27.85 c	28.79 c	28.95 c
Rojo	25.42 b	24.87 b	25.33 b	26.88 b	28.80 b	30.19 b	30.69 b
Plata	23.40 e	23.17 e	23.57 f	24.42 f	25.32 e	25.97 e	26.25 e
Transp.	26.61 a	26.01 a	26.58 a	28.54 a	30.87 a	32.35 a	32.58 a
C.V %	1.05	0.92	0.84	1.0	1.55	2.01	2.01
Signific.	**	**	**	**	**	**	**

** Diferencia altamente significativa

Nota: Tratamiento con letras diferentes son estadísticamente distintos.



B = blanco N = negro C = café A = azul R = rojo P = plata T = transparente.

Figura 4.8. Temperaturas del suelo a 15 cm de profundidad en diferentes colores de acolchado plástico del 15 de julio al 22 julio del 2002, en un cultivo de pimiento morrón.

En el ultimo periodo de evaluación (26 de agosto al 02 de septiembre) a 15 cm de profundidad, los análisis de varianza presentaron diferencias altamente significativas en las temperaturas del suelo de los diferentes colores de acolchados evaluados (cuadro 9 y figura 9)

.Las mínimas y las máximas se registraron en los acolchados blanco y rojo, con un rango de diferencia entre 3 – 6 °C, mientras que en los demás tratamientos las diferencias fueron sólo de 1 – 2 °C.

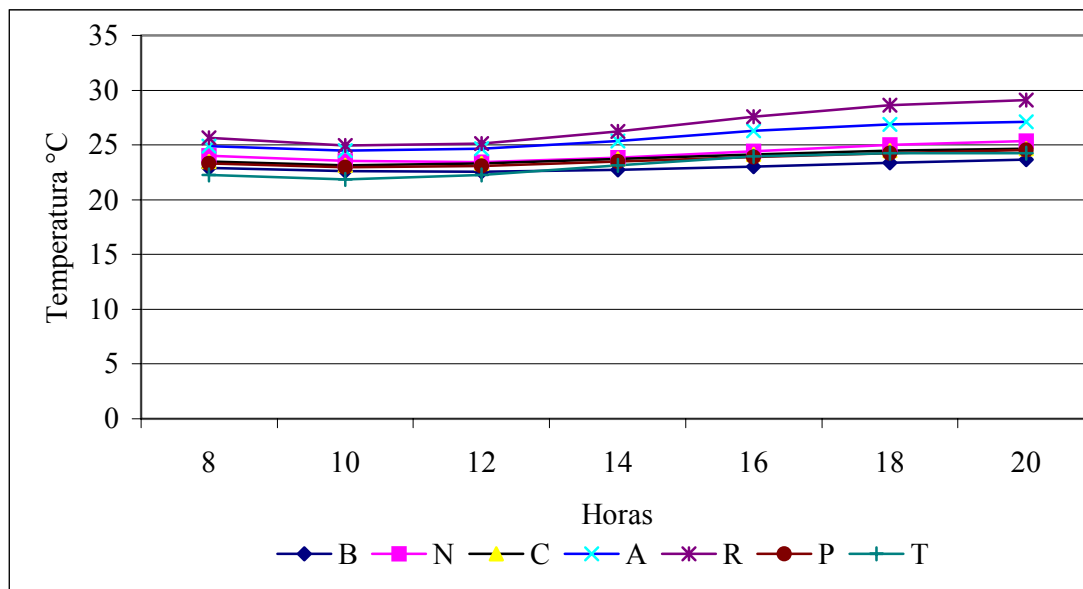
El acolchado blanco fue el que mantuvo una temperatura mas baja durante todo el día y aumento 1 °C., pero el rojo tuvo mas fluctuaciones y aumento 4 °C, además de conservar la temperatura más alta que el resto de los acolchados.

TABLA 4.9. Análisis de varianza y comparación de medias de temperaturas del suelo a una profundidad de 15 cm en diferentes plásticos de colores para acolchado en el periodo de 26 de agosto al 02 de septiembre del 2002, en un cultivo de pimiento morrón.

15 cm	Temperaturas en °C						
	Horas						
Tratam.	8:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00	20:00
Blanco	22.89 e	22.59 e	22.56 d	22.74 e	23.02 e	23.35 e	23.63 e
Negro	24.03 c	23.57 c	23.46 c	23.82 c	24.43 c	24.98 c	25.34 c
Café	23.47 d	23.15 cd	23.29 c	23.73 c	24.15 cd	24.46 d	24.65 d
Azul	24.88 b	24.46 b	24.68 b	25.38 b	26.28 b	26.89 b	27.12 b
Rojo	25.62 a	24.96 a	25.12 a	26.21 a	27.55 a	28.63 a	29.11 a
Plata	23.31 de	22.97 de	23.10 c	23.50 c	23.91 d	24.270 d	24.52 d
Transp.	22.23 f	21.85 f	22.23 d	23.14 d	23.93 d	24.276 d	24.26 d
C.V %	1.28	1.23	1.03	0.95	0.98	1.19	1.34
Signific.	**	**	**	**	**	**	**

** Diferencia altamente significativa.

Nota: Tratamiento con letras diferentes son estadísticamente distintos.



B = blanco N = negro C = café A = azul R = rojo P = plata T = transparente.

Figura 4.9. Temperaturas del suelo a 15 cm de profundidad en diferentes colores de acolchado plástico del 26 de agosto al 02 de septiembre del 2002, en un cultivo de pimienta morrón.

En general las menores temperaturas que se registraron en el tratamiento blanco, se deben a que éste refleja mayor radiación y evita el paso de la radiación al suelo, lo que evita el calentamiento. Y en una etapa posterior la cobertura del cultivo cubrió la mayor parte de la superficie del plástico interceptando la radiación y evitando el calentamiento.

En el acolchado transparente el impacto de la radiación solar es directo ya que permite el paso de la radiación a través de plástico incrementándose la temperatura, además debido a que no permitió el desarrollo de las plantas, proporcionando condiciones favorables a ciertas enfermedades de la raíz, lo que provocó posteriormente la muerte de las mismas y el desarrollo de poco follaje que interceptara la radiación, pero permitió que se desarrollaran malezas entre el acolchado y el suelo, lo que ayudo para que al final disminuyera la temperatura del suelo, pero mayor competencia lo que en conjunto provocó una pobre respuesta en el desarrollo y rendimiento en este acolchado.

Estos datos coinciden con lo reportado por Flores (1997) donde menciona que el suelo cubierto con plástico transparente fue donde se presentaron las temperaturas mas elevadas hasta 33.5 °C, en cambio en el suelo cubierto con polietileno negro/blanco, verde y plateado las temperaturas oscilaron entre los 28 – 31 °C, en un cultivo de melón. Al comparar las temperaturas de los tres periodos de evaluación a 7.5 y 15 cm de profundidad, se observa que en el primer periodo de evaluación son mucho mayor en las temperaturas que en el segundo y tercer periodo; por lo tanto se deduce que la cobertura

del cultivo que cubrió el plástico en las etapas intermedias y finales, disminuyeron las temperaturas del suelo.

Martínez (1997), reportó que a menor profundidad del suelo los gradientes de temperaturas son mayores, disminuyendo gradualmente a mayor profundidad. Los resultados encontrados en este trabajo coinciden con Ludlow (1982), sobre la importancia de la temperatura del suelo como factor de crecimiento y desarrollo de las plantas, así como las temperaturas del aire y la temperatura de la planta para una buena producción. Además respecto a los aumentos de temperatura en los acolchados transparentes, coinciden con lo encontrado por Quezada (1996), donde encontró que las temperaturas del suelo bajo los acolchados transparentes fueron mayores que en los acolchados negro.

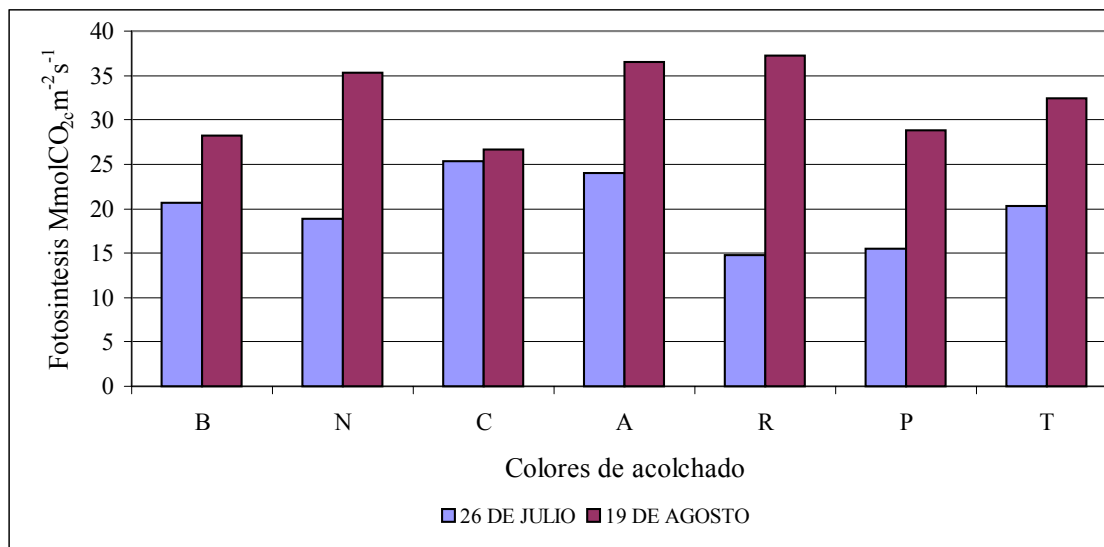
Fotosíntesis, Resistencia Estomática , Clorofila y PAR Reflejada

Fotosíntesis.

Para la fotosíntesis los análisis de varianza muestran que no existen diferencias estadísticas en ninguna de las fecha evaluadas (cuadro 10 y figura 10).

En la primera fecha, en el acolchado café, las plantas mostraron mayor tasa fotosintética con $25.36 \mu\text{molCO}_2\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$, seguido de las plantas del acolchado azul con $24.06 \mu\text{molCO}_2\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ y en las plantas donde se encontraron las menores tasas fotosintéticas fueron en los acolchados rojo y plata (14.78 y $15.48 \mu\text{molCO}_2\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$); sin embargo, para la segunda fecha las plantas que mostraron mayor fotosíntesis fueron en acolchado rojo con $37.19 \mu\text{molCO}_2\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$, seguido del azul con $36.57 \mu\text{molCO}_2\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$, y en los acolchados café y blanco que fueron donde las plantas fotosintetizaron menos (26.71 y $28.20 \mu\text{molCO}_2\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$).

Se observa que en la segunda fecha aumentó considerablemente la tasa fotosintética en las plantas de todos los tratamientos. No se observa una relación directa de mayor fotosíntesis con la radiación reflejada (figura 13 y 14).



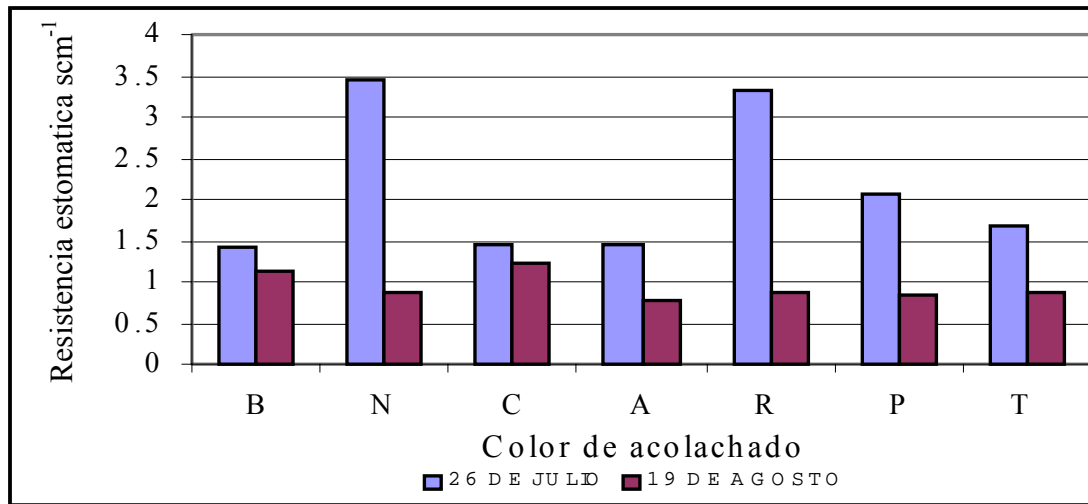
B = blanco, N = negro, C = café, A = azul, R = rojo, P = plata, T = transparente.

Figura 4.10. Tasa fotosintética de un cultivo pimiento morrón, a dos fechas (26 de julio y 19 de agosto), en diferentes colores de acolchado plástico.

Resistencia estomática.

Los análisis de varianza para resistencia estomática, tampoco mostraron diferencias estadísticas significativas en ninguno de los muestreos (cuadro 10 y figura 11).

En la primera fecha las plantas que mostraron mayor resistencia estomática, fueron las de los acolchados negro y rojo (3.43 y 3.32 scm^{-1}) y las de menor resistencia se encontró en los acolchados blanco y azul (1.42 y 1.45 scm^{-1}); en lo que respecta a la segunda fecha se observa que en las plantas del acolchado café y blanco (1.22 y 1.13 scm^{-1}) hubo mayor resistencia, pero en los acolchados azul y plata (0.776 y 0.825 scm^{-1}) las plantas mostraron menor resistencia, se puede observar que en general a mayor actividad fotosintética es menor la resistencia estomática (figura 13 y 14) ya que conforme avanza el ciclo del cultivo las plantas presentaron menor resistencia y mayor fotosíntesis; esto es contrario a lo reportado por Torres (1999), donde menciona que la resistencia estomática conforme avanza el ciclo vegetativo del cultivo, la resistencia estomática aumenta.



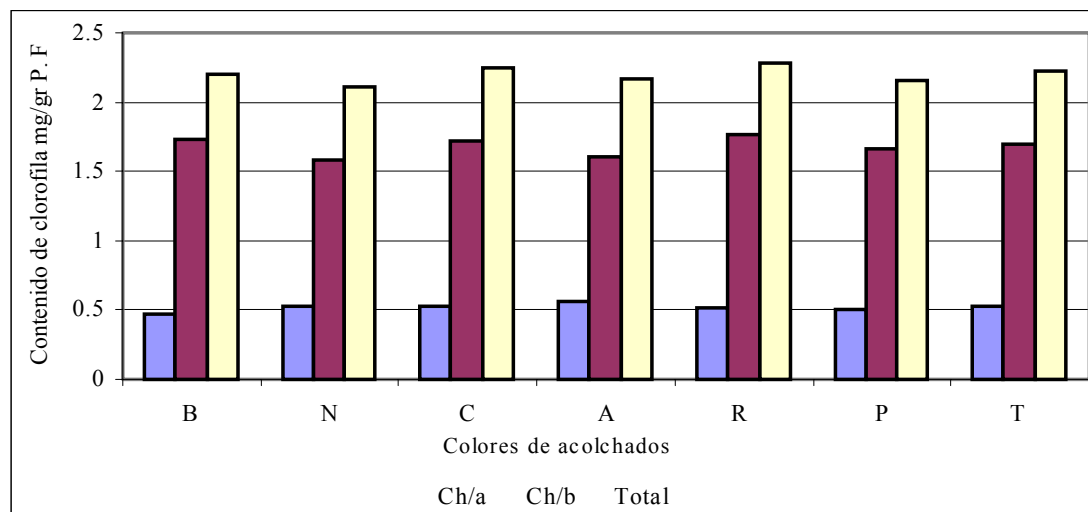
B = blanco N = negro C = café A = azul R = rojo P = plata T = transparente.

Figura 4.11. Resistencia estomatica de un cultivo pimiento morrón, a dos fechas (26 de julio y 19 de agosto), en diferentes colores de acolchado plástico.

Clorofila.

Respecto al contenido de clorofila, estadísticamente no hay diferencias significativas entre los diferentes tratamientos (cuadro 10 y figura 12).

Al relacionar el contenido de clorofila con la actividad fotosintética y la radiación reflejada (Cuadro 15), se puede observar que no hay efecto de una sobre la otra, ya que las plantas con mayor actividad fotosintética y la mayor PAR reflejada no presentan mayor contenido de clorofila, o viceversa, pero si se puede ver que existe en general mas clorofila de tipo a que la b.



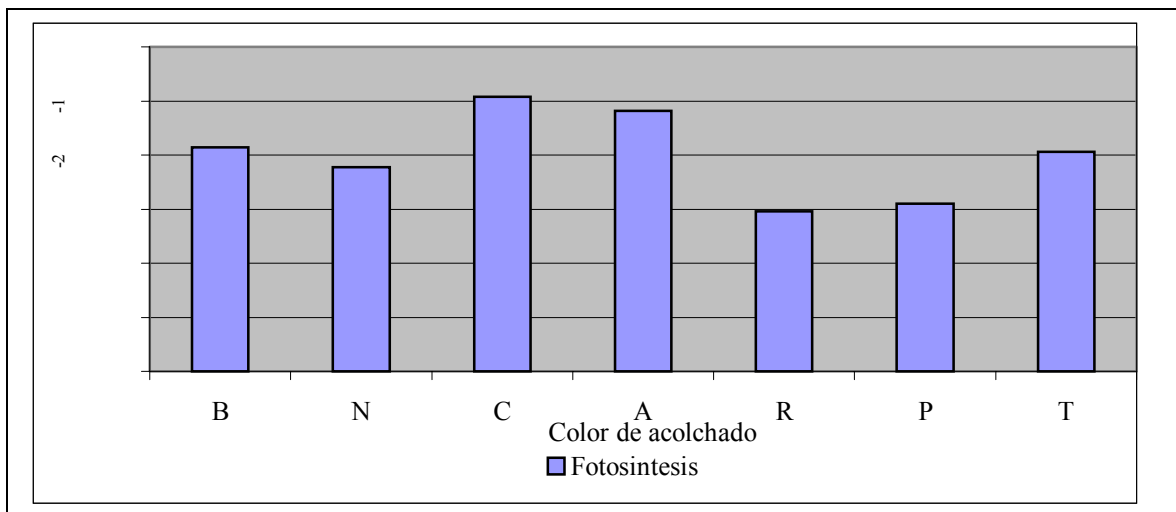
B = blanco, N = negro, C = café, A = azul, R = rojo, P = plata, T = transparente.

Figura 4.12. Contenido de clorofila de un cultivo pimiento morrón, a dos fechas (26 de julio y 19 de agosto), en diferentes colores de acolchado plástico.

Cuadro 4.10. Análisis de varianza y comparación de medias de fotosíntesis, resistencia estomática y contenido de clorofila, en diferentes colores de acolchados plástico, de diferentes un cultivo de pimiento morrón.

Variables	Fotosíntesis $\mu\text{molCO}_2\text{cm}^{-2}\text{S}^{-1}$		Resist. Estomática (scm^{-1})		Cont. de clorofila (mg/gr P.F)		
	26 de julio	19 de Ag.	26 de Jul.	19 de Ag.	Ch/a	Ch/b	Total
Blanco	20.69	28.20	1.42	1.13	0.474	1.73	2.20
Negro	18.85	35.27	3.43	0.882	0.527	1.58	2.11
Café	25.36	26.71	1.46	1.22	0.528	1.71	2.24
Azul	24.06	36.57	1.45	0.776	0.561	1.60	2.16
Rojo	14.78	37.19	3.32	0.874	0.514	1.76	2.28
Plata	15.48	28.87	2.06	0.825	0.499	1.65	2.15
Trans	20.32	32.46	1.68	0.878	0.528	1.69	2.22
C.V.	36.84	32.79	61.75	31.86	9.12	6.92	4.88
Sign. Est.	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

N. S. Diferencia no significativa.



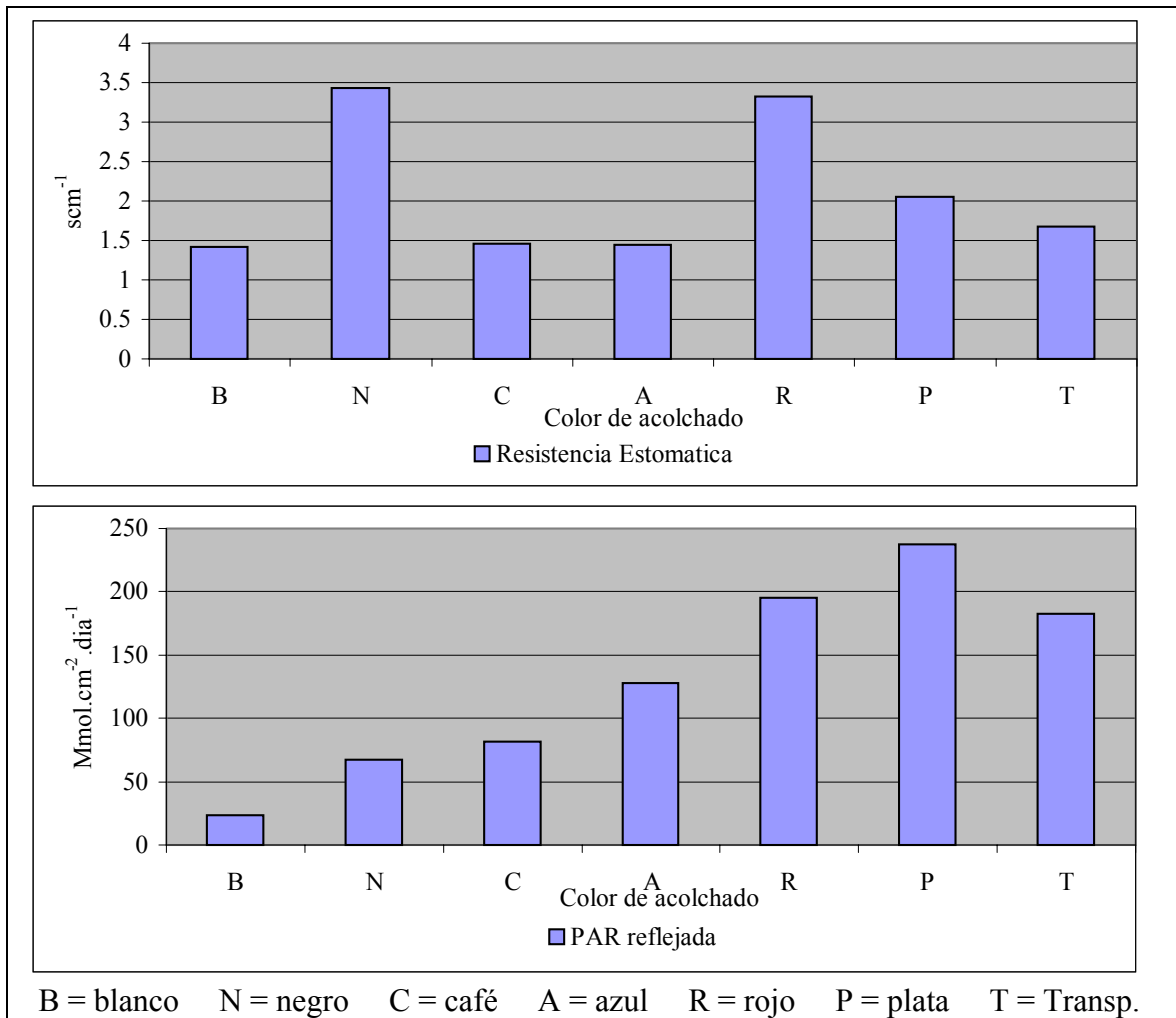
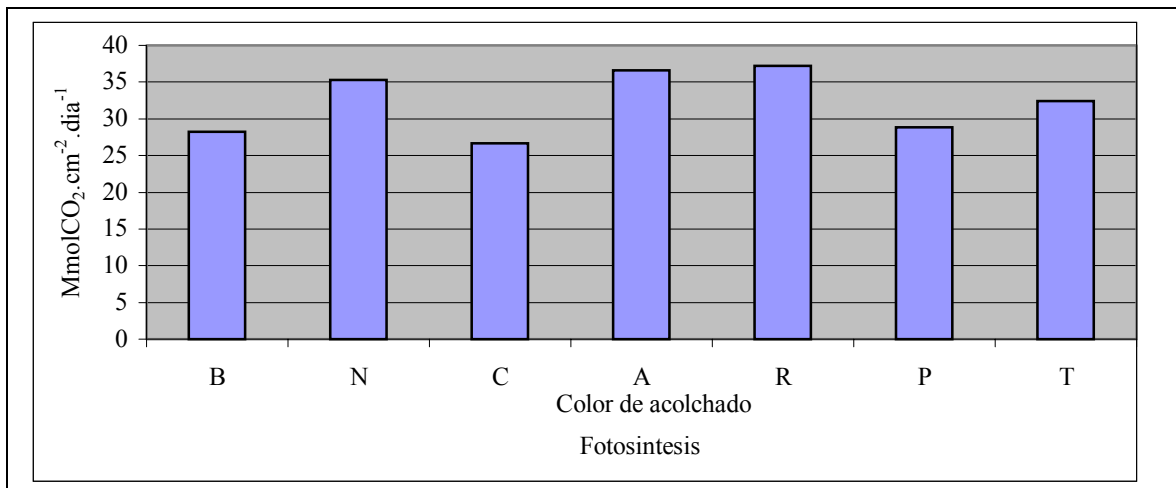


Figura 4.13. Fotosíntesis, resistencia estomatica y PAR reflejada en diferentes colores de acolchado plástico, en un cultivo de pimienta morrón, del día 26 de julio del 2002, a las 13 horas a una temperatura del aire de 27.7 °C y radiación incidente total de 1976 $\mu\text{mol.cm}^{-2}.\text{día}^{-1}$.



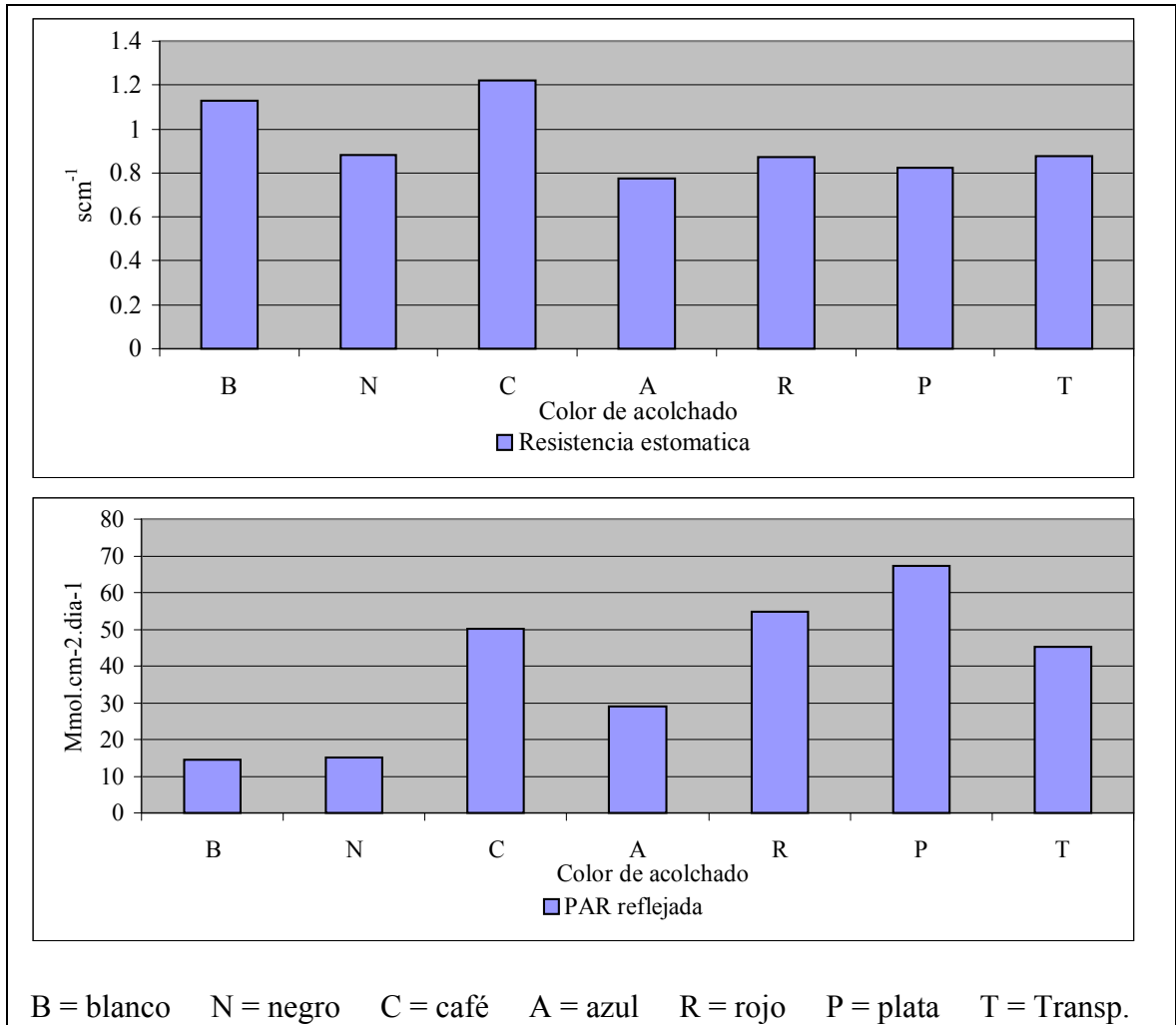
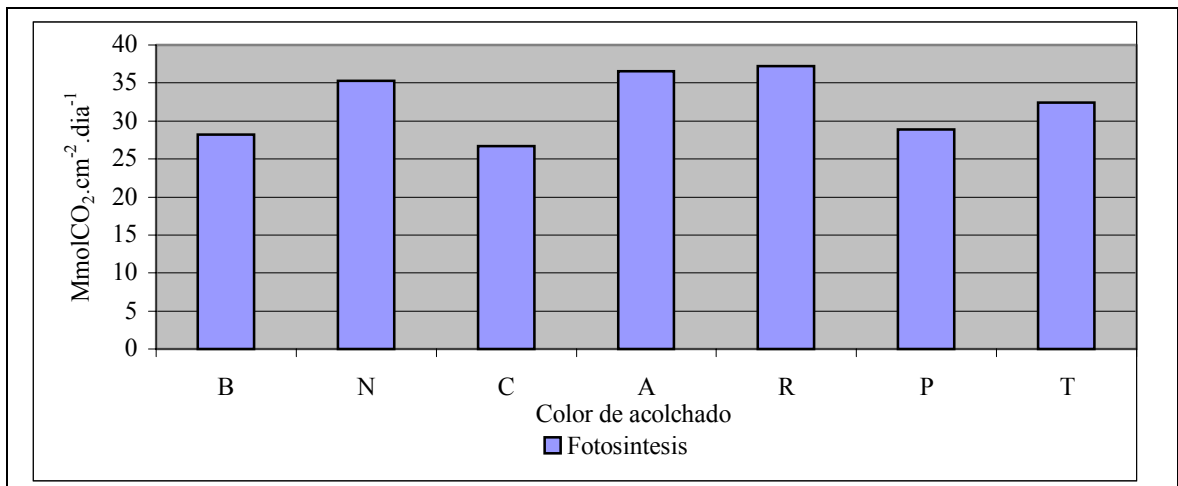


Figura 4.14 Fotosíntesis, resistencia estomática y PAR reflejada en diferentes colores de acolchado plástico, en un cultivo de pimiento morrón, del día 19 de agosto del 2002, a las 13 horas a una temperatura del aire de 28.72 °C y radiación incidente total de 1943 $\mu\text{mol.cm}^{-2}.\text{día}^{-1}$.



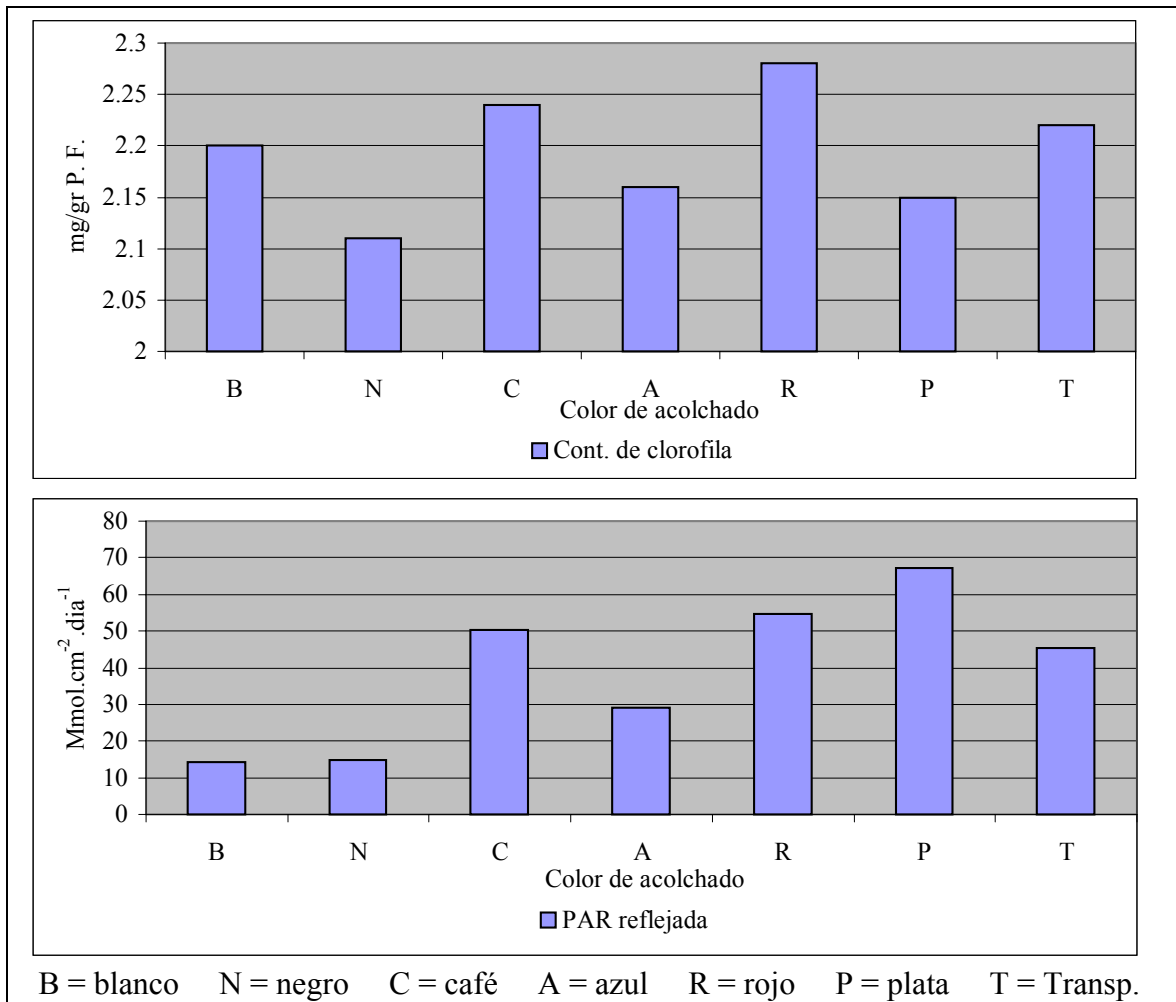


Figura 4.15. Fotosíntesis, contenido de clorofila, y PAR reflejada en diferentes colores de acolchado plástico, en un cultivo de pimienta morrón, del día 19 de agosto del 2002, a las 13 horas a una temperatura del aire de 28.72 °C y radiación incidente total de 1943 $\mu\text{mol.cm}^{-2}.\text{día}^{-1}$.

Fotosíntesis y Temperaturas del Suelo.

Al tratar de establecer una relación entre la fotosíntesis y temperatura del suelo, se puede observar (figura 16) que cuando las temperaturas son más elevadas en el suelo, en el rango de los 30 a los 34 °C, la actividad fotosintética en las plantas de los tratamientos que alcanzan estas temperaturas tienden a ser más baja (rojo, transparente y plata), que en los tratamientos con temperaturas entre los 23 a los 28 °C, caso de los acolchados café, blanco, negro y azul, a excepción del acolchado plata.

Sin embargo cuando la planta es más grande y las temperaturas en el suelo tienden en general a disminuir (figura 17), las actividades fotosintéticas es en tendencia mayor en los acolchados que tienen las temperaturas mas altas, como en los acolchados rojo, azul y transparente (26 – 28 °C) y menor en los acolchados con temperaturas entre los 22 a los 25 °C (blanco y café) y es en el acolchado negro y plata que se salen un poco mas del patrón, ya que tienen una temperatura intermedia entre los dos grupos anteriores, pero la actividad fotosintética en el negro tiende a ser mas alta que baja y en el plata mas baja, pero se puede observar que en estos tratamientos la temperatura del suelo es casi igual en los dos perfiles evaluadas (7.5 y 15 cm de profundidad) y esto pudiera estar influyendo en mantener una diferente actividad en las plantas, en combinación con la capacidad diferente de reflexión de radiación entre uno y otro tipo de acolchado, aunque esto todavía tendría que comprobarse totalmente.

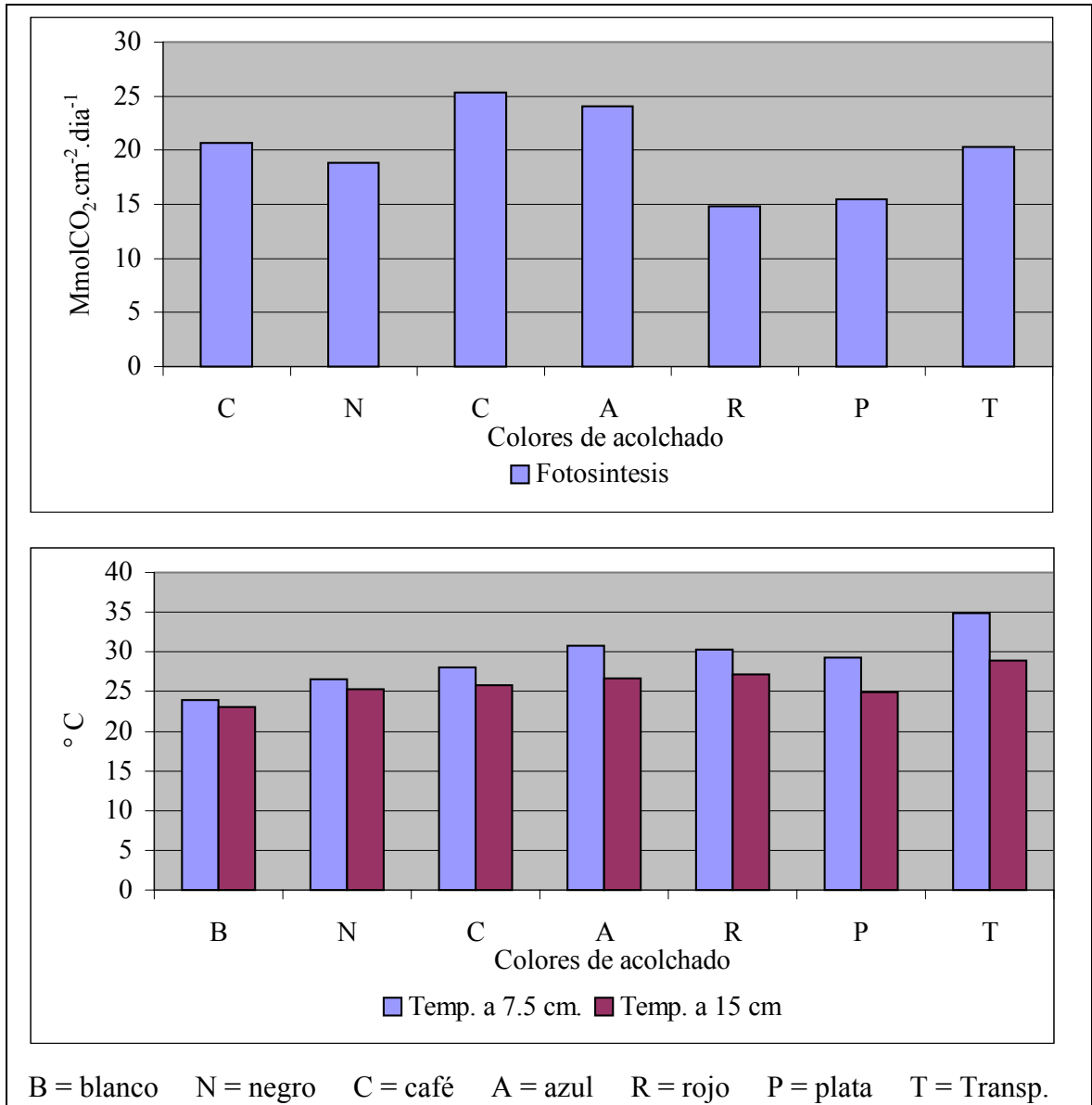


Figura 4.16. Fotosíntesis y temperaturas del suelo a 7.5 y 15 cm de profundidad, en diferentes colores de acolchado plástico, en un cultivo de pimiento morrón, del día 26 de julio del 2002, a las 13 horas a una temperatura del aire de 27.7 °C y radiación incidente total de 1976 $\mu\text{mol.cm}^{-2}.\text{dia}^{-1}$.

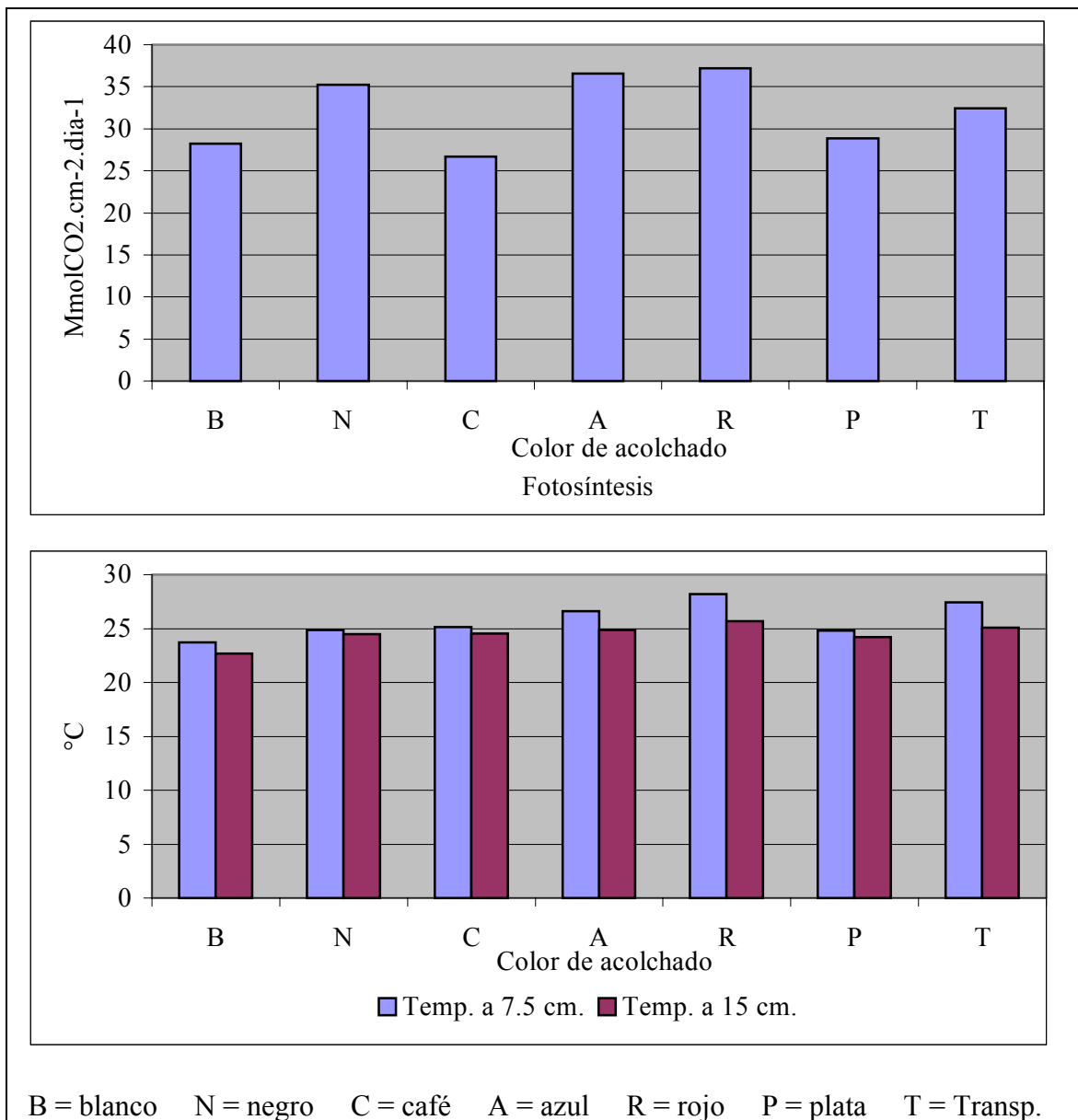


Figura 4.17. Fotosíntesis y temperaturas del suelo a 7.5 y 15 cm de profundidad, en diferentes colores de acolchado plástico, en un cultivo de pimiento morrón, del día 19 de agosto del 2002, a las 13 horas a una temperatura del aire de 28.72 °C y radiación incidente total de 1943 $\mu\text{mol} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{día}^{-1}$.

Rendimiento Total

El análisis de varianza para rendimiento muestra que hay diferencia altamente significativa entre los diferentes colores de acolchado y se puede observar (cuadro 11) que los tratamientos con mayor producción fueron el negro y el blanco con 40.5 y 39.3 ton/ha, en el termino medio de rendimiento se encontraron el café, plata, rojo y azul con un promedio de 6 – 10 toneladas menos que en el negro y blanco, y el de menor rendimiento fue transparente con solo 18.3 ton/ha, teniendo así el negro y blanco alrededor de 120 % mas de rendimiento que el transparente y entre 20 y 30 % mas que los (rojo, café, azul y plata).

Al tratar de establecer una relación entre rendimiento, temperatura del suelo, fotosíntesis y radiación reflejada por los diferentes plásticos, se encuentra que; entre rendimiento y radiación reflejada por si sola no hay una relación directa ni indirecta, pero si se observa una relación que tiende a este caso a ser indirecta con la temperatura del suelo, ya que a mayores temperaturas en el suelo menor fue el rendimiento, y las temperaturas intermedias y más bajas principalmente a inicios del cultivo, influyeron en mejor respuesta de la planta y mayores rendimientos.

En cuanto a rendimiento con actividad fotosintética, los resultados tan diferentes entre las dos fechas con respecto al color del acolchado, hacen suponer, al menos en este caso que la actividad fotosintética por sola no tiene una influencia directa sobre el rendimiento, tal vez la combinación de las temperaturas del suelo, la radiación reflejada y la fotosíntesis pudieron influir en su conjunto en la mejor productividad de algunos de los tratamientos con relación a las otras.

La respuesta en la productividad en los diferentes tipos de acolchados al parecer varían según las condiciones climáticas de la región y la época de siembra, ya que según resultados encontrados por Quezada (1996) el acolchado transparente en regiones o temporada de frió provoca mayor precocidad, adelanto de la cosecha y rendimiento que el acolchado negro, y sucede lo contrario cuando las condiciones del clima son mas calientes, encontrándose entonces daño en las plantas con acolchados transparente y mejor respuesta del acolchado negro. Sin embargo Gómez (1994) encontró mejores respuestas en rendimientos en acolchados rojos, seguido de un amarillo y menor en el negro, y según Bueno, (1984) el color rojo en los acolchados influye positivamente sobre la fotosíntesis y morfogénesis de las plantas, pero en este trabajo no se encontró el mismo resultado, pero las condiciones fueron diferentes.

Así mismo Martínez (1999) en un estudio realizado con cultivos de pimiento morrón en acolchado blanco y negro encontró mejor rendimiento bajo el acolchado blanco que el negro, bajo condiciones de temperaturas altas, pero menores a las que se tuvieron en el presente trabajo. Así que probablemente es mas determinante un equilibrio entre las condiciones ambientales y los requerimientos climáticos del cultivo, de manera de que sean lo más cercano al óptimo del cultivo lo que determine en mayor medida una buena respuesta del cultivo, mas que el efecto en si del color del acolchado

el cual tiene efectos diferentes bajo condiciones diferentes y tipo de cultivo, lo que hace aun más importante conocer cual es la respuesta del mismo cultivo bajo las diferentes condiciones para poder usar adecuadamente los acolchados de colores con mejores respuestas.

Cuadro 4.11. Rendimiento total del cultivo de pimiento morrón, en diferentes plásticos de acolchado de colores.

Tratamiento	Toneladas/hectárea
Negro	40.51 a
Blanco	39.38 a
Café	33.32 ab
Plata	33.24 ab
Rojo	31.2 ab
Azul	29.86 ab
Transparente	18.32 ab
C. V. (%)	24.21
Sig. Est.	**

** Diferencia altamente significativa.

Nota: Tratamiento con diferente letra son estadísticamente distintos.

CONCLUSIONES

1.- La cantidad radiación PAR reflejada por los diferentes acolchados no afecta ni directa ni indirectamente a la actividad fotosintética de las plantas y la resistencia estomática esta inversamente proporcional a la fotosíntesis, (mayor fotosíntesis – menor resistencia estomática y mayor resistencia estomática – menor tasa fotosintética).

2.- Los colores de acolchados no tuvieron relación con la resistencia estomática, pero si se encontró una relación inversamente proporcional con la fotosíntesis.

3.- El acolchado blanco reflejó la mayor cantidad de PAR al principio del cultivo mientras que el negro reflejó la mínima cantidad; pero después fueron los que menos PAR reflejaron durante el desarrollo del cultivo y fué donde se encontraron los máximos rendimiento.

4.- La cantidad de PAR reflejada, no afectó en contenido de clorofila de las plantas.

5.- El exceso de la temperatura del suelo en el acolchado transparente provocó daños a las plantas y menor rendimiento.

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

Recomendaciones

1.- Para siembras tardías (mediados de mayo), se recomienda usar plásticos para acolchados de color blanco y de preferencia de color negro, ya que los rendimientos obtenidos en este trabajo son similares.

LITERATURA CITADA

- Benavides, A., 2002. Control Microambiental, Control Metabólico y Morfogénesis.
<http://www.geocities.com/CapeCanaveral/Runway/8787/plastfot.htm>
- Bueno, A. J. 1984. Filmes de PVC para usos Agrícolas. Revista de Plásticos Modernos, N. 333: 323 – 328.
- Cantón, F., 2002. Fitocromo.
<http://www.ciencias.uma.es/publicaciones/encuentros/ENCUENTROS62/pif.html>.
- Cepla, 2002. Radiación Solar. <http://www.cepla.com/jp00.html>.
- Clemson, 2003. Fotomorfogenesis.
<Http://www.clemson.edu/hort/sctop/photomor/photo.htm>.
- Ediho, 1999. Propiedades de los films plásticos agrícolas y principales aplicaciones.
http://www.ediho.es/horticom/tem_aut/plastic/laminas.html.
- Faxsa, 2002. Chile Dulce Pimiento. <http://www.faxsa.com.mx/semhort1/c60aaabr.htm>.
- Flores, I. 1997. Evaluación de tipos de Plásticos en la Producción de Melón (*Cucumis melo L. Cv. Reticulatus*) con Acolchado y Fertirrigación bajo dos Condiciones de Paila, Coahuila. Tesis de Licenciatura, Horticultura; Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. México.
- García, E. 1981. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Tercera Edición. Impreso en México, D. F.
- García, L. 1959. Horticultura. SALVAT Editores S. A.; Segunda Edición. Barcelona, Madrid. España.

- Gómez, R. F. 1994. Efecto de Películas Plásticas Foselectivas para Acolchado del Suelo en Calabacita (*Cucurbita pepo L.*), Cv. Zucchini Gray. Tesis de Licenciatura. Ingeniero Agrónomo en Horticultura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México.
- Goodwin, T. W. 1976. Chemistry and Biochemistry of Plant Pigments. Vol. 1 & 2. Academic Press, Inc. New York. U. S. A.
- Guenko, G. 1983. Fundamentos de la Horticultura Cubana, Editorial Pueblo y Educación. La Habana. Cuba.
- Heno, F. 2001. Acolchamiento de suelos con polietileno.
<http://www.agroterra.com/profesionales/articulos.asp?IdArticulo=180>
- Hort.uconn. 2002. The use of different colored mulches for yield and earliness.
<http://www.hort.uconn.edu/imp/veg/htms/colrmlch.htm>
- Ibarra J. L. 1997. Acolchado de suelos. Curso Nacional de Plásticos en la Agricultura. UAAAN. (CIQA). 3-7 de noviembre de 1997.
- Ibarra J. L. y Rodríguez A. 1991. Acolchado de Suelos con Películas Plásticas. Manuales Agropecuarias LIMUSA, Editores Noriega. México.
- Infoagro, 2003. El cultivo de pimiento. <http://www.infoagro.com/hortalizas/pimiento.asp>
- Itesm, 2002. Generalidades de acolchado.
<http://www.qro.itesm.mx/agronomia2/extensivos/DaacolchadoGeneralidades.html>
- Janick, J. 1965. Horticultura científica e industrial. Editorial Acribia, Zaragoza, España.

- Khandar, R. 1990. Effect of Different Types of Plastic tarp on the Viability of *Sclerotia* of *Sclerotium rolfsii* sacc a soil borne plant pathogen. Proceedings of International Congress. The Use of Plastics in Agriculture. Feb 26 – March 2, New Delhi, India.
- Kriedman, P. E. and R. E. Smart. 1971. Stomatal conduction and photosynthesis. *Plant Physiol.* 48: 532 – 536.
- Lara, M. A. 1993. Efecto del Uso de Películas Foselectivas de Plástico Para Acolchado de Suelos en el Cultivo de Pimiento Morrón (*Capsicum annum*) Cv. Yolo wonder. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista Saltillo, Coahuila. México.
- Lira, S. 1994. Fisiología Vegetal. Primera Edición, Editorial Trillas, S. A. De C. V. México, D. F
- Ludlow, M. 1982. Microclima y Relaciones Planta – Agua. Desierto y Ciencia. Centro de Investigación en Química Aplicada, (CIQA). Saltillo, Coahuila; México.
- Martínez, R. 1997. Efecto del Acolchado en la Temperatura del Suelo Superficial del Suelo y su Relación con el Desarrollo y Rendimiento del Cultivo. Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista Saltillo, Coahuila. México.
- Martínez, S. A. 1999. Evaluación de dos cultivares de pimiento morron bajo sistema de acolchado de suelos y riego por goteo. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo; Coahuila. México.
- Merkasi, 2002. El cultivo de melón con cobertura plástica de suelo. <http://www.merkasi.com/docuagro/horti2.htm>.
- Misle E. y A. Norero. 2000. Comportamiento térmico del suelo bajo cubiertas plásticas II. Efecto del polietileno transparente a diferentes profundidades. *Agricultura Técnica* (Chile).

- Munguia, J. y R. Quezada. 2000. Relationship between the changes in the energy balance components and the muskmelon stomatal resistance under plastic mulch conditions. Proceedings of 15th International Congress for Plastics in Agriculture and and the 29th National Agricultural Plastics Congress. Sept. 23-27. Pennsylvania, U.S.A.
- Nuez F., R. Gil y J. Costa, 1996. El cultivo del pimientos, Chiles y Ajies. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, Barcelona; España.
- Orzolek, M. D. and I. Otjen, 2003. Is there a difference in red mulch?. Journal Article-Colored Mulch Trial. Center For Plasticulture. The Pennsylvania State University. <http://plasticulture.cas.psu.edu/RedMulch.htm>.
- Orzolek, M. D. 2003. Use of Colored Mulches, Journal Article. Pennsylvania State University. <http://www.estone.net/agmulch/ref5.html>.
- Orzolek, M. D., J. Murphy and J. Ciardi, 1993. The effect of colored polyethylene mulch on the yield of squash, tomato and cauliflower. The Pennsylvania State University. Proc. Nat. Ag. Plastics Cong. 24: 157-161.
- Papaseit, P., J. Badiola y E. Armengol. 1997. Los plásticos y la agricultura. Ediciones de Horticultura, S. L. España.
- Pawar, H.K. 1990. Use of Plastic as a Mulch in Scheduling of Irrigation to Ginger in Semi-arid Climate. Proceedings of International Congress. The Use of Plastics in Agriculture. Feb. 26 – March 2. New Delhi. India.
- Peizhang, W. 1990. The Preparation of Multifunction Mulch Film Mastbatch and its Application. Proceedings of International Congress. The Use of Plastics in Agriculture. Feb. 26 – March 2. New Delhi, India.

- Pullman, G. S., J. E. De Vay, and Garber. 1987. Soil solarization and thermal death: a logarithmic relationship between time and temperature for soil borne plant pathogens. *Phytopathology*. www.fcnanet.org/proceedings/1987/conway.pdf.
- 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. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista Saltillo, Coahuila. México.
- Robledo, F. y L. Martín, 1988. Aplicaciones de los plásticos en la agricultura. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Salisbury, F. y C. Ross., 1994. Fisiología Vegetal. Grupo Editorial Iberoamericana. México, D. F.
- Solplas, 2002. Características del Films. <http://www.solplast.com/sp/acolchados.htm>.
- Stephen, K. 2001. Solar Radiation availability for plant growth in Arizona controlled environment agriculture systems. University of Arizona.
<http://www.ag.arizona.edu/ceac/research/archive/solar-radiation-kania.pdf>
- Torres, J. A. 1999. Relación entre los cambios en los componentes del balance de energía y la resistencia estomática en melón por efecto del acolchado plástico. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista Saltillo, Coahuila. México.
- Toshio, H. 1991. The effect of mulching and row covers on vegetable production. *Agr. Exp. Stn. Japón*. <http://www.agnet.org/library/article/eb332.html>.
- Tpagro, 2002. Acolchados. <http://www.tpagro.com/textos/acolchamiento.htm>
- Zannon, M. 1990. Synergy between plastics reasearch and protected agriculture. *Proceedings of International Congress. The Use of Plastics in Agriculture*. Feb. 26 – March 2. New Delhi. India.