

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE INGENIERÍA



**Relación entre el Color del Acolchado Plástico, la
Temperatura del Suelo, Fotosíntesis y Crecimiento
del Cultivo de Melón (*Cucumis melo L.*)**

POR:

VERÓNICA DE LA CRUZ PÉREZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el

Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

Buenvista, Saltillo Coahuila, México

Mayo 2007

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE INGENIERÍA

Relación entre el Color del Acolchado Plástico , la Temperatura
del Suelo, Fotosíntesis y Crecimiento del Cultivo de Melón
(*Cucumis melo L.*)

TESIS

Presentada por:

VERÓNICA DE LA CRUZ PÉREZ

Que somete a consideración del H. Jurado examinador como requisito
parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

APROBADA POR:

PRESIDENTE DEL JURADO

Dr. Alejandro Zermeño González

Asesor

Asesor

Dr. Luís Ibarra Jiménez

Dr. Raúl Rodríguez García

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE INGENIERÍA

Dr. Raúl Rodríguez García

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Mayo 2007.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme vida para que terminara mi carrera satisfactoriamente. Le agradezco de todo corazón, por haberme dado salud y mucho amor y por darme una familia tan hermosa como la que tengo.

A la UAAAN “mi Alma Mater” fuente inagotable de conocimientos y sabiduría, por haberme dado la oportunidad de superarme en la vida profesional, por lo que me sentiré orgullosa de ser de buitre, y llevar en alto el nombre de la universidad.

Al Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA) y a todo el personal que en el laboran, por permitir que mi trabajo de investigación se haya realizado en sus instalaciones.

Al Dr. Luis Ibarra Jiménez le doy las gracias de todo corazón, porque en el recibí todo el apoyo que nunca espere tener, para la realización de este trabajo. Gracias por darme la oportunidad de trabajar con usted en su proyecto, por su asesoría, por sus consejos y sobre todo por su valioso tiempo que me dedico.

A los asesores de este trabajo Dr. Alejandro Zermeño González y al Dr. Raúl Rodríguez García por su participación en la realización de este trabajo, quienes con su experiencia y asesoría colaboraron en la culminación de este trabajo.

A la División de Ingeniería y al Departamento de Riego y Drenaje y todo el personal académico que en el laboran, gracias por ser parte de mi formación académica. Pero en especial al personal docente del departamento antes mencionado por sus consejos, sus experiencias y por la paciencia que tuvieron para que culminara mi carrera profesional.

*A mis sobrinos (as): Jazmín Isabel Lizbeth Erica Jazmín
 Diego Ulises Ariel David Luís Ángel*

Les doy las gracias por las alegrías que trajeron a sus padres, abuelos y tíos. Gracias por el cariño que me tienen y espero siempre contar con ustedes.

A la familia: Mata

A esta familia les doy las gracias por abrirme las puertas de su casa y me hicieron sentir parte de su familia. A doña Angélica que ha sido como una segunda madre para mí le doy las gracias por apoyarme en los momentos más difíciles y nunca olvidare lo que ha hecho por mí. A Yesenia que es una hermana para mí le doy las gracias por su amistad, por su cariño, por sus consejos y sobre todo por confiar en mí, mil gracias por toda esta familia.

A Cirilo Santiz Jiménez

A él le doy las gracias por permitir entrar a su vida, por el amor que me tiene y por sus consejos. Gracias por no olvidar el amor que te tengo y por los momentos más felices que vivimos juntos.

A Rubén del Ángel Sánchez y Angélica Santos Avendaño

Gracias por la amistad que me brindaron desde que nos conocimos, por compartir casa, tristezas y alegrías. Mil gracias por estar conmigo en las buenas y en las malas, por su cariño y por querer a mi hijo y sobre todo por el apoyo incondicional que recibí.

A mis amigos Yecenia, Regina, Mariana, Cristóbal, Vladimir, Eder, Mariano, José Manuel, Manuel Efraín, German, Lucio y Elvira, por su amistad, por estar conmigo en las buenas y en las malas, por compartir experiencias inolvidables.

A todos mis compañeros de la generación 102, pero en especial a la especialidad de Irrigación con los que compartí muchas cosas y juntos aprendimos a querer a nuestra profesión y sobre todo llevar en alto el nombre de la U.A.A.A.N. y sentirnos orgullosos de ser huitres de corazón.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIA	ii
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE CUADROS	ix
RESUMEN	xi
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	3
HIPÓTESIS	3
REVISIÓN DE LITERATURA	4
Acolchado plástico	4
Principales regiones en donde se usa el acolchado	4
Ventajas del acolchado plástico	5
Desventajas del acolchado plástico	5

Generalidades del acolchado plástico	6
Efectos del acolchado plástico en la temperatura del suelo	7
Efectos del acolchado plástico en la fotosíntesis	9
Efectos del acolchado plástico en la humedad del suelo	10
Efecto del color del acolchado en la producción, precocidad y calidad.	11
La importancia de los colores	13
Fotosíntesis	15
Factores físicos que interactúan con la fotosíntesis	16
Transpiración	19
Factores físicos que interactúan con la transpiración	19
Apertura estomática	20
Humedad atmosférica	21
Velocidad del viento	21
Conductancia estomática	22
Generalidades del cultivo del melón	22
Origen e importancia	22
Clasificación taxonómica	23
Descripción botánica	24
Requerimientos climáticos	25

Requerimientos edáficos	27
Polinización	27
MATERIALES Y MÉTODOS	29
Localización del lote experimental	29
Clima	29
Suelo	29
Material genético	30
Establecimiento del experimento	30
Preparación del terreno	30
Establecimiento del sistema de riego	31
Establecimiento del acolchado	31
Perforación del plástico	31
Siembra	31
Tratamientos evaluados y diseño experimental	31
Labores culturales	32
Variables evaluadas	33
Medición de la temperatura del suelo	33
Fotosíntesis y otras variables evaluadas	34
Variables de crecimiento	34
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	36

Temperatura del suelo y rendimiento del fruto	36
Fotosíntesis y otras variables fisiológicas	39
Crecimiento y rendimiento del fruto	46
CONCLUSIONES	53
APÉNDICE	54
BIBLIOGRAFÍA	60

INDICE DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1:	Temperatura del suelo a través del tiempo en el cultivo de melón, ciclo primavera-verano. CIQA 2006	..... 37
Figura 2:	Correlación entre la temperatura media del suelo y el rendimiento precoz (a), y el rendimiento total (b) del cultivo de melón, ciclo primavera-verano. CIQA 2006	..... 38
Figura 3:	Efecto del acolchado plástico en la fotosíntesis neta (a), fotosíntesis por planta (b) y conductancia estomatica (c) en diferentes etapas de desarrollo (30, 45, 60 y 75 días después de la siembra) del cultivo de melón, ciclo primavera-verano, CIQA 2006	..... 41
Figura 4:	Relación entre conductancia estomática y la fotosíntesis neta (a), fotosíntesis por planta (b) y la transpiración (c), del cultivo de melón, ciclo primavera-verano. CIQA 2006	..... 43
Figura 5:	Correlación entre la humedad relativa y la conductancia estomática del cultivo de melón, ciclo primavera-verano. CIQA 2006	..... 45
Figura 6:	Peso fresco de la planta (a), área foliar de la planta (b) y peso seco de la planta (c), en el cultivo de melón a través del tiempo, ciclo primavera-verano. CIQA 2006	..... 47
Figura 7:	Relación entre el rendimiento precoz del cultivo de melón, en función del peso fresco de la planta promedio (a), área foliar promedio de la planta (b) y el peso seco de la planta promedio (c), ciclo primavera-verano. CIQA 2006	..... 49
Figura 8:	Relación entre el rendimiento total del cultivo de melón, en función del peso fresco de la planta promedio (a), área foliar promedio de la planta (b) y el peso seco de la planta promedio (c), ciclo primavera-verano. CIQA 2006	..... 51
Figura 9:	Relación de los tratamientos y el rendimiento precoz (a) y rendimiento total (b), en el cultivo de melón, ciclo primavera-verano. CIQA 2006	..... 52

ÍNDICE DE CUADROS

		Pág.
Cuadro 1	Características de las distintas películas de polietileno utilizadas para acolchados.	..... 6
Cuadro 2	Temperaturas críticas durante las fases de desarrollo del cultivo de melón.	..... 26
Cuadro 3	Promedio de temperaturas mínimas, medias y máximas, de los 10, 20, 30, 40 y 50 días después de la siembra, y temperatura media de los 50 días, en el cultivo de melón primavera-verano. CIQA 2006	..... 54
Cuadro 4	Días de emergencia y floración, longitud de tallo y área foliar a los 30, 45 y 60 días después de la siembra en el cultivo de melón, ciclo primavera-verano. CIQA 2006	..... 55
Cuadro 5	Peso seco y peso fresco de la planta a los 30, 45 y 60 días después de la siembra, y rendimiento precoz y total en el cultivo de melón, ciclo primavera-verano. CIQA 2006	..... 56
Cuadro 6	Información adicional del peso seco del tallo y peso seco de la hoja a los 30 y 45 días después de la siembra en el cultivo de melón, ciclo primavera-verano. CIQA 2006	..... 56
Cuadro 7	<u>Datos de las variables fisiológicas evaluadas a los 30 días después de la siembra, en el cultivo de melón con acolchado plástico, en el ciclo primavera-verano. CIQA 2006</u>	..... 57
Cuadro 8	Datos de las variables fisiológicas evaluadas a los 45 días después de la siembra, en el cultivo de melón con acolchado plástico, en el ciclo primavera-verano. CIQA 2006	..... 57
Cuadro 9	Datos de las variables fisiológicas evaluadas a los 60 días después de la siembra, en el cultivo de melón con acolchado plástico, en el ciclo primavera-verano. CIQA 2006	..... 58
Cuadro 10	Datos de las variables fisiológicas evaluadas a los 75 días después de la siembra, en el cultivo de melón con acolchado plástico, en el ciclo primavera-verano. CIQA 2006	..... 58
Cuadro 11	Datos de las variables fisiológicas promedios en el cultivo de melón con acolchado plástico, en el ciclo primavera-verano. CIQA 2006	..... 59

RESUMEN

En México, el melón es una importante hortaliza ya que es el tercer producto agrícola en captación de divisas por exportación además de que es generadora de empleos. La competencia en el mercado de las hortalizas es cada vez mayor, requiriéndose trabajos de investigación para determinar las mejores condiciones de producción. El uso de tecnología como lo es el acolchado de suelos, ha demostrado aumentar rendimientos, entre otros beneficios, anteriormente se utilizaba el plástico negro, sin embargo, la investigación generada indica que no basta con acolchar el suelo, sino que también es importante determinar el color del plástico, ya que la radiación es reflejada y absorbida según el color, dando lugar a cambios fisiológicos en la planta y en el microclima del cultivo. El presente estudio tuvo como objeto estudiar el efecto del uso de acolchado plástico de color en la fisiología, crecimiento y rendimiento precoz y total de melón (*Cucumis melo L.*). El trabajo se desarrolló en el campo experimenta de Centro de Investigación de Química Aplicada (CIQA), localizado en el noreste de Saltillo, Coahuila, durante el ciclo primavera-verano 2006. Se evaluaron cinco tratamientos en un diseño bloques al azar con cuatro repeticiones: 1) acolchado plástico azul, 2) acolchado plástico negro, 3) acolchado plástico blanco, 4) acolchado plástico aluminio y 5) sin acolchar (testigo). La temperatura del suelo se midió a 0.1 m de profundidad, durante el ciclo del cultivo, utilizando termopares de cobre - constantan. Las variables fisiológicas y de crecimiento fueron medidas a los 30, 45, 60 y 75 días después de la siembra. El genotipo utilizado en este experimento fue Cruiser, de los más utilizados en México. Las plantas de melón cultivadas en acolchado presentaron en promedio mayores valores que las plantas testigo en temperatura, humedad relativa, fotosíntesis neta, fotosíntesis por planta, área foliar, peso fresco y peso seco. El rendimiento precoz y total del melón en acolchado fue superior al testigo, siendo el APA el más sobresaliente teniendo la mayor producción con respecto a los otros tratamientos evaluados.

INTRODUCCIÓN

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

El uso del acolchado plástico ha sido satisfactoriamente utilizado para lograr altos rendimientos de fruto, sin embargo, poco se sabe del uso de los acolchados de colores sobre el rendimiento del cultivo y existe poca información sobre la influencia que provocan los acolchados de colores en la temperatura del suelo y fotosíntesis del cultivo de melón.

Se sabe que la temperatura del suelo es uno de los principales factores que se ve modificado por el uso del acolchado plástico y el calor que se almacena en el suelo tiene efecto en los procesos fisiológicos como son: absorción del agua y translocación de los nutrimentos, entre otros.

Los acolchados plásticos, además de influir en la temperatura del suelo, lo hacen también en la humedad del suelo y actúa sobre las propiedades químicas y biológicas del suelo promoviendo la nitrificación y la disponibilidad de nutrimentos del suelo para las plantas.

Las modificaciones de las actividades fisiológicas como son la fotosíntesis, apertura estomática, respiración, crecimiento y número de órganos vegetales o reproductivos y el reparto selectivo de la biomasa entre distintos órganos de la planta, son fuertemente modificadas por la temperatura, radiación incidente y reflejada según el color del acolchado (Ibarra y Rodríguez 1991). Sin embargo, estas modificaciones han sido poco estudiadas al utilizar plásticos de colores.

La utilización de plásticos como acolchado hace cada día una práctica más común para el agricultor. Tampoco es posible hacer algún pronóstico de los efectos que tendrá un determinado tipo de material sobre un suelo bajo determinadas condiciones meteorológicas, ni de los efectos que tendrá sobre el cultivo establecido. El objetivo de este estudio fue analizar el efecto de cuatro películas plásticas, de diferente color, en la temperatura del suelo, fotosíntesis, conductancia estomática y crecimiento y rendimiento del cultivo de melón.

OBJETIVOS

Los objetivos de esta investigación fueron:

- Evaluar el efecto del color del acolchado plástico en la temperatura del suelo.
- Evaluar el efecto del acolchado plástico en la tasa de fotosíntesis, conductancia estomática y transpiración en plantas de melón.
- Evaluar el efecto del acolchado plástico en el crecimiento y rendimiento del cultivo de melón.

HIPÓTESIS

- La temperatura del perfil superior del suelo depende del color y características del acolchado plástico.
- El acolchado plástico de diferentes colores tendrá un efecto diferente en la fotosíntesis, conductancia estomática y transpiración del cultivo de melón, debido a las propiedades espectrales de cada color de plástico.
- El color y las características del acolchado plástico afectará el crecimiento del cultivo de melón.

REVISIÓN DE LITERATURA

Acolchado plástico

Es una técnica empleada para proteger los cultivos y al suelo de la acción de los agentes atmosféricos, y ayuda a incrementar el rendimiento y la calidad del fruto.

Hernández (1992) atribuye al acolchado plástico las siguientes características: a) el proceso fotosintético se optimiza debido a una mayor apertura estomática, b) el crecimiento de las plantas se ve favorecido por un mayor potencial de agua en las hojas, c) la temperatura de las hojas se mantiene estable evitando el sobrecalentamiento que afecta el desarrollo del cultivo en general, y d) se promueve la elongación y el crecimiento celular debido a una mayor presión de turgencia en el interior de las células.

Principales regiones en donde se usa el acolchado

En México, la región que utiliza la mayor área de acolchado de suelos es la del Pacífico Norte, con cultivos hortícolas, donde sobresalen el tomate, el melón, los chiles y los pepinos; en esta región se estima una superficie de 15,000 a 20,000 hectáreas, seguido por la región del bajío en los estados de Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Colima y Morelos (Quezada, 2005).

La superficie total de acolchado en México se estima en 50,000 a 60,000 hectáreas, principalmente en los cultivos hortícolas. Los beneficios más importantes del acolchado son: incremento de un 20 a 100% en los rendimientos, dependiendo del cultivo y la región, ahorro de agua entre un 30 a 70%, control total de malezas en la parte acolchada y precocidad de hasta 15 días a inicio de cosecha, entre otros (Quezada, 2005).

Ventajas del acolchado plástico, Cortés (2002).

- Ayuda a conservar la humedad y los nutrientes del suelo.
- Aumenta la temperatura del suelo en la raíz, permitiendo una más ágil y rápida germinación, por lo que se pueden lograr cosechas más tempranas.
- Permite tener frutos más limpios, ya que la planta no está en contacto directo con el polvo o suelo y evita que cuando llueva se forme lodo, que podría ocasionar pudrición.
- El plástico, según sea su color, provoca cierta reflexión, la luz que le da a la hoja hace que se active la fotosíntesis. Así, la planta acelera su crecimiento y puede alcanzar mejor tamaño. En muchos casos ayuda a que haya una mayor floración y eso hace que tengan más frutos y rendimientos, que es lo que busca el productor, ya que si va a invertir más en su cultivo, esto debe traerle ventajas.
- Optimiza consumo de agua, fertilizantes y plaguicidas, porque concentra en la cama humedad y todos los micronutrientes del suelo.
- Ayuda al control de virosis e incidencia de insectos, ya que por la reflexión de la luz en el plástico éstos se alejan, ejemplo: mosquita blanca, minador, trips y pulga, el nivel de control es alto, mientras que en ciertos gusanos no pueden tener muy buen control y en el grillo el control es nulo.

Desventajas del acolchado plástico, Robledo y Martín (1981)

- Alto costo inicial.
- En grandes extensiones se requiere de maquinaria especial.
- Cuando se hace de forma manual es bastante laborioso.
- Está condicionado para cultivos altamente remunerativos.
- Si no se tiene conocimiento del manejo se pueden propiciar problemas como exceso de humedad y salinización del suelo.

Generalidades del acolchado plástico

Las propiedades recomendadas para comprar un plástico deben ser aquellas que permitan cumplir los efectos que se desean dar a la planta. Si se quiere que ésta crezca más rápido se tiene que buscar uno que transmita más calor. Si se quiere además evitar que lleguen muchos insectos, debe seleccionarse uno que refleje la luz.

En el cuadro 1 se presentan las características principales de las películas más utilizadas para el acolchado plástico en general.

Cuadro 1. Características de las distintas películas de polietileno utilizadas para acolchados.

Característica	Transparente	Negro	Gris humo	Verde marrón	Blanco/negro
Transmisión de radiación	80%	Nula	35%	65%	Nula
Crecimiento de malas hierbas	Elevado	Ninguna	Poca	Menor que transparente	Ninguna
Absorción de calor	Baja	Elevada	Regular	Baja	Regular
Duración del plástico	Corta	Larga	Regular	Mayor que el transparente	Bastante larga
Defensa bajas temperaturas	Buena	Regular	Mediana	Regular	Mala
Rendimiento de cosechas	Menor que el negro	Alto	Algo mejor que el negro	Similar al transparente	Alto mejor que el negro
Precocidad de cosecha	Elevada	Mediana	Regular	Elevada	Elevada

Fuente: (Papaseit et al., 1997)

Efectos del acolchado plástico en la temperatura del suelo (Alvarado y Castillo, 1999).

Desde el punto de vista térmico, el acolchado plástico se comporta como un filtro de doble efecto, que acumula calor en el suelo durante el día y deja salir parte de éste durante la noche, lo que evita o disminuye el riesgo de heladas por bajas temperaturas del aire. Durante la noche, el plástico detiene, en cierto grado, el paso de las radiaciones de onda larga (calor) del suelo a la atmósfera.

El calentamiento del suelo se explica por el efecto invernadero ejercido por el polietileno en la pequeña capa de aire que se encuentra entre éste y el suelo. La magnitud de dicho efecto varía según la transmisividad del polietileno a la radiación solar, que generalmente es alta y su impermeabilidad a la radiación térmica emitida desde el suelo, que normalmente es baja, pero que puede ser modificada de acuerdo al espesor del polietileno, a la presencia en la cara inferior de una película de pequeñas gotas de agua por efecto de la condensación o al uso en el material del plástico de aditivos que le confieran propiedades térmicas.

El suelo cubierto con acolchado presenta mayor temperatura que el suelo desnudo, esta diferencia depende fundamentalmente del color del polietileno. Estudios hechos en el Campo Experimental Antumapu de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile, en convenio con una Empresa Procesadora de Materiales Plásticos y con el cofinanciamiento del Fondo Nacional de Desarrollo Tecnológico y Productivo (Fontec-Corfo) se concluyó lo siguiente:

Existe un efecto regulador de las temperaturas mínimas y máximas del suelo bajo las cubiertas plásticas. Las temperaturas mínimas se mantienen 2 - 3 °C sobre el testigo, sin acolchar, cualquiera que sea la época de cultivo; siendo especialmente importante este efecto en los meses de invierno, para favorecer la mineralización del nitrógeno y absorción de nutrientes que se ven afectados por falta de temperatura. Por otra parte, las temperaturas máximas también

superan al testigo, sin acolchar, pero sin llegar a condiciones estresantes para las plantas. Todo esto se traduce en mayores producciones de los tratamientos con acolchado, respecto al testigo, sin acolchar.

En general no se puede separar totalmente el efecto directo del plástico sobre la temperatura del suelo, por las condiciones de manejo del cultivo. El riego utilizado, disminuye las temperaturas máximas y aumentan las mínimas al mejorar la ganancia térmica en el perfil y suavizar las extremas por el efecto regulador del agua.

Con el aumento de la temperatura del suelo hasta un cierto umbral se obtiene un mayor desarrollo radical, que a su vez se expresa en mayor rendimiento y una producción más precoz y de mejor calidad, pero si la temperatura excede dicho umbral los efectos térmicos del acolchado pueden perjudicarlo. Las altas temperaturas que alcanzaría la superficie del suelo bajo ciertos acolchados, principalmente transparente en períodos de alta radiación solar, se pueden traducir en detención del crecimiento de raíces e incluso su muerte (principio en que se basa la solarización) como también se pueden producir daños en la base de los tallos. La temperatura óptima de suelo para la mayoría de las especies es de 20 a 25 °C.

La suma de las temperaturas que actúan sobre una planta tiene importancia primordial en la determinación de su desarrollo y tamaño final. La temperatura tiene influencia directa en el número de días necesarios para alcanzar los diferentes estados de desarrollo. La posibilidad de aumentar las temperaturas mediante el uso del acolchado de polietileno adecuado, acortaría el período necesario para alcanzar la suma térmica requerida por el cultivo para madurar, adelantando la producción.

Frecuentemente, el estado de desarrollo de una especie o variedad es estimado por la acumulación de días grado sobre una temperatura base determinada. Cada variedad requiere un número constante de días grados acumulados para alcanzar un estado dado.

El método más usado para computar las unidades térmicas es el de días grado, que consiste en sumar los grados que diariamente las temperaturas medias exceden a una temperatura base, llamada también "temperatura umbral", durante toda la vida de un cultivo. Para aquellas hortalizas de estación fría se usa generalmente 5 °C como temperatura umbral y de 10 °C para las especies de estación cálida Alvarado y Castillo (1999).

Efectos del acolchado plástico en la fotosíntesis

La luz desempeña un papel fundamental en el crecimiento y desarrollo vegetativo de las plantas ya que estas dependen de la energía que les suministra la radiación solar para la fotosíntesis.

Es por eso que las mediciones realizadas de energía radiante para cada color de plástico indican una mayor reflectancia para los colores aluminio y azul. La calidad de la luz, considerando el espectro PAR que reciben las plantas entre los 420 y 520 nm (Burgeño, 1999).

El acolchado color rojo transmite una longitud de onda desde 825 a 800 nm en respuesta a la fotosíntesis, germinación y desarrollo vegetativo de plántulas, mientras el color azul es de 440 a 495 nm, en respuesta al fototropismo y fotosíntesis (Orzolek et al., 1995).

La Radiación Fotosintéticamente Activa (RFA) en el acolchado blanco y el plateado tuvieron valores más altos 35.5 y 24.5% de radiación reflejada comparando con otros colores, el plástico rojo y el negro de 9.0 y 5.9% respectivamente (Decoteau et al., 1989). El suelo, el acolchado y otras vegetaciones pueden reflejar radiación solar hacia el follaje del cultivo, de este modo incrementan el total de radiación en la superficie de la planta. Por ejemplo un acolchado metalizado total de pasillo en manzano incrementan la absorción de radiación fotosintéticamente activa en un 40%, comparada con manzanos sin acolchado de suelo y un incremento de radiación fotosintéticamente activa en un 24% cuando el acolchado solo cubrió la mitad del pasillo (Green, 1995).

El acolchado plástico negro 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 lo consecuente ausencia de malezas (Luís, 1994).

El acolchado plástico blanco tiene la mayor reflexión de luz fotosintéticamente activa (65-75%), mientras que el negro tiene la menor (5%); entre estos dos colores de plástico se encuentran de mayor a menor, el plateado (30%), el rojo (7-25%) y el transparente (10%). El plástico blanco/negro al igual que el plateado y blanco o los

plásticos encalados son los más recomendables en los meses calientes (marzo a octubre), ya que bajan la temperatura del suelo, permitiendo que se manifiesten las bondades del acolchado. Estos plásticos reflejan la mayor parte de radiación solar hacia el follaje del cultivo, aumentando su actividad fotosintética, principalmente los de superficie blanca (Ramírez, 1996). Sin embargo el acolchado plástico plateado presenta una gran reflexión fotolumínica hacia el follaje de la planta, incrementado el proceso de fotosíntesis y ahuyentando a los insectos (Solplas, 2002).

Los polietilenos con propiedades fotoselectivas son la más reciente generación de plásticos para cobertura de suelo. Estos plásticos reflejan 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 (Henaó, 2001)

Efectos del acolchado plástico en la humedad del suelo

Usando acolchado de polietileno, se logran efectos importantes en la economía de agua, ya que por su impermeabilidad a ésta, impide la evaporación desde la superficie del suelo cubierta con el plástico, quedando esa agua a disposición del cultivo, beneficiándose con una alimentación constante y regular.

Existen autores que han cuantificado el ahorro de agua logrado con el uso de acolchado de polietileno, tal es el caso de Renquist et al., (1982) quienes señalan que al cultivar con acolchado de polietileno en verano, se requiere un tercio del agua en comparación a la que necesita cuando es cultivada sin acolchado y concluyen que el acolchado mejora la eficiencia del uso del agua; esto como resultado de la mejor conservación de la humedad del suelo, e indirectamente, por las mayores temperaturas de suelo registradas al usar acolchado.

Efecto del color del acolchado en la producción, precocidad y calidad.

Para elegir un color del plástico de polietileno es fundamental considerar la época del año en que se usará, ya que su efecto sobre las plantas será positivo o negativo según las condiciones ambientales. Es así como Eltez y Tüzel (1994), en tomate, encontraron que el mayor rendimiento total se

obtuvo con polietileno negro en primavera y blanco en otoño, siendo superiores al testigo en 25% y 37.5%, respectivamente.

Converse (1981) en Israel logró un 10 a 15% de aumento en rendimiento en fresa plantada en invierno con el uso de polietileno transparente, en relación a los rendimientos logrados con polietileno negro.

Bringhurst y Voth (1990) señalan que el acolchado de polietileno transparente es una de las técnicas más importantes para mejorar la producción invernal de fresa en California. En diversos ensayos han demostrado que el plástico transparente es de mayor utilidad en inviernos más fríos por su significativo aumento de la temperatura del suelo, lo que se traduce en precocidad y en mayor rendimiento. Sin embargo, se requiere de un eficiente control de malezas.

Schales (1994) probó acolchados de polietileno negro, transparente, coextruido blanco/negro, verde de transmisión infrarroja y fotodegradable en un cultivo de melón, encontrando que con polietileno coextruido blanco/negro, con la superficie negra en contacto con el suelo, se obtuvo el mayor rendimiento total. La mayor precocidad se obtuvo también con coextruido blanco/negro y con polietileno verde de transmisión infrarroja, que superaron incluso al transparente.

Eltez y Tüzel (1994) trabajando en tomate bajo invernadero, encontraron que el acolchado de polietileno blanco produjo mayor rendimiento total y mayor precocidad que el negro en otoño, mientras que el negro produjo mayor rendimiento total y menor precocidad que el blanco en primavera. La ventaja del polietileno blanco en invierno está dada por el beneficio que trae la reflexión de la luz sobre las plantas.

Eichin y Deiser (1991) trabajando en lechuga, encontraron que con acolchado de papel negro y café y con polietileno negro, el crecimiento y desarrollo no fue afectado, pero se obtuvo un producto limpio, con reducida incidencia de pudriciones en las hojas externas. Además lograron buen control de malezas.

Barticevic (1997) trabajando en lechugas a fines de invierno, el plástico transparente mostró las más altas temperaturas de suelo lo que se tradujo en una precocidad de 8 días respecto al testigo, también se registraron altas temperatura de suelo bajo acolchado naranja y negro; mientras el coextruido blanco/negro presentó las más bajas temperaturas.

La calidad de las lechugas fue mejorada con el uso de acolchado naranja, transparente, negro y gris humo. Destacándose el tratamiento con acolchado naranja, que superó la calidad obtenida en el tratamiento testigo y con acolchado blanco y coextruido blanco/negro (Barticevic, 1997).

De acuerdo al análisis económico, el uso de acolchado de polietileno es una alternativa muy interesante en el cultivo de lechuga. Aún cuando con acolchado los costos aumentaron en un 50% respecto al testigo, los mayores ingresos obtenidos determinaron una rentabilidad superior a la del testigo en todos los casos. El acolchado color naranja resultó ser el tratamiento más rentable, el transparente ocupó el segundo lugar en rentabilidad. Los tratamientos con acolchado blanco y coextruido blanco/negro presentaron la menor diferencia respecto al testigo (Barticevic, 1997).

Castillo (1998) trabajando con brócoli, donde los tratamientos consistieron en cobertura de suelo con plásticos de polietileno de baja y alta densidad, transparente y de colores: blanco, gris humo, negro, aluminizado, verde, azul, coextruido blanco-negro y café-negro, además de un testigo con suelo desnudo, las temperaturas de suelo mínimas y máximas bajo los diferentes acolchados de polietileno, siempre fueron superiores al testigo sin acolchar, siendo los polietilenos transparentes de alta y baja densidad los que registraron las más altas temperaturas de suelo.

Las temperaturas de suelo durante los meses de abril a junio, tienden a decrecer en todos los tratamientos así como también, la diferencia entre ellas. La mayor cantidad de malezas se encontró en el testigo, sin acolchar, y en los polietilenos transparentes. Los rendimientos alcanzados con los

diferentes tratamientos de polietileno en promedio su peraron en un 35% al testigo, sin acolchar, en tanto que el mejor rendimiento se obtuvo con el polietileno blanco de baja densidad de 50 micras de grosor, superando al testigo sin acolchar en un 51% (Castillo, 1998).

La importancia de los colores

Los colores del plástico son fundamentales para obtener buenos resultados en la agricultura.

Plástico negro, absorbe la mayor parte de la radiación ultravioleta, las longitudes de onda visible e infrarrojos de la radiación solar y reirradia en forma de calor la energía absorbida. 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 lo consecuente ausencia de malezas (Luís, 1994).

Aluminio/aluminio, presenta una gran reflexión fotolumínica hacia el follaje de la planta, incrementando el proceso de fotosíntesis y ahuyentando a los insectos. El plástico metalizado no aumenta la temperatura del suelo, y un porcentaje importante de radiación es reirradiada hacia a la atmósfera, no es recomendable en zonas con riesgo de heladas y no provoca quemaduras de frutos (ITESM, 2002).

Blanco/negro, impide el crecimiento de malas hierbas, porque no permite el paso de luz; debido a la reflexión de la capa blanca, y 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 (Solplás, 2002).

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 haya menor que en el acolchado negro (ITESM, 2002).

Verde (foto selectivo), ideal para cultivos tempranos, mantiene temperatura en el surco igual que a la intemperie, controla eficazmente malezas, aumenta calor en la raíz, mantiene el fruto limpio y fuera del contacto con la tierra. Las respuestas del melón en el acolchado verde o azul, fuertemente incrementaron un promedio de 35% la producción comercial de frutos sobre un periodo de tres años en comparación con el plástico negro (Orzolek, 1993).

Fotosíntesis

El proceso mediante el cual se realiza la conversión de la energía lumínica en los alimentos, se conoce como fotosíntesis. La luz solar al incidir sobre las hojas y activar las funciones de los cloroplastos, desencadenan una serie de reacciones de gran complejidad, en las cuales a partir de bióxido de carbono y el agua, se forman diversos tipos de azúcares que son el resultante de este proceso y componente de las partes comestibles de las especies vegetales (Castaños, 1993).

La fotosíntesis en esencia es un proceso de oxido-reducción, en el que el carbono de CO_2 atmosférico se reduce a carbono orgánico. La fotosíntesis en las plantas consiste básicamente en la producción de una sustancia orgánica (un glúcido simple) a partir de moléculas inorgánicas (el CO_2 como sustrato a reducir y el agua como donador de electrones que se oxida), mediante el aprovechamiento de la energía lumínica que se queda almacenada como energía química dentro de la molécula sintetizada y con desprendimiento del oxígeno (de la Rosa, 1997).

Desde el punto de vista eficiencia fotosintética, las hortalizas pertenecen a la cadena llamada C_3 en la que existe un solo mecanismo de fijación del CO_2 y de competencia entre diversos ácidos para la utilización del O_2 .

El proceso fotosintético es muy complejo pero de forma general se lleva a cabo en dos tipos: reacciones lumínicas y reacciones en la oscuridad (de la Rosa, 1997).

Las reacciones lumínicas se definen como el tipo de la fotosíntesis donde es necesaria la presencia de la luz para que estas se lleven a cabo, es decir, la energía lumínica es utilizada y absorbida por los pigmentos presentes en los tilacoides de los cloroplastos y allí es transformada en energía química y depositada en las moléculas de ATP y de NADPH.

Las reacciones de oscuridad se definen como el tipo de reacciones fotosintéticas que no necesitan luz para llevarse a cabo, es decir, pueden realizarse en presencia o ausencia de luz. Estas reacciones ocurren en el estroma del cloroplasto y consisten fundamentalmente en la transformación de CO₂ atmosférico en carbón orgánico reducido (glucosa).

Factores físicos que interactúan con la fotosíntesis

Luz

La velocidad a la que ocurre la fotosíntesis no siempre es la misma, a medida que aumenta la intensidad de la luz, ocurre un aumento en la velocidad de la fotosíntesis. Al aumentar la luz solar se aumenta la cantidad de energía lumínica disponible para la fotosíntesis hasta cierto punto, ya que al llegar a cierta intensidad la velocidad ya no aumenta (Alexander, 1992).

Chermnykh y Kosobrukhov (1988) estudiaron el efecto de varias intensidades de luz, CO₂ y temperatura sobre la actividad fotosintética de las plantas de pepino bajo condiciones de invernadero y observaron un aumento en la temperatura de fotosíntesis máxima cuando se incrementaba la intensidad lumínica; incrementando simultáneamente los niveles de irradiación y temperatura, se incrementó el efecto de CO₂ en forma positiva en la fotosíntesis.

Temperatura

La temperatura afecta directamente las reacciones metabólicas que siguen a las reacciones de luz y dependiendo de la eficiencia y la velocidad con que se realicen, la asimilación de CO_2 será modificada.

Acock et al. (1990) estudiaron el efecto de la temperatura y el enriquecimiento con bióxido de carbono (CO_2) sobre la producción y acumulación de carbohidratos en las hojas de melón. En un experimento en donde mantenían creciendo plantas a diferentes concentraciones de CO_2 midieron la producción de carbohidratos mediante el por ciento de asimilación neta de un área foliar base (NARa). La acumulación de carbohidratos fue medida por el contenido de almidón en el azúcar de las hojas. Pusieron en cámaras plantas de melón de 24 y 35 días, por espacio de once días y con temperaturas de día/noche de 20 °C hasta 40 °C y con concentraciones de CO_2 de 300 a 500 microlitros/litro y encontraron que cuando se incrementaba la concentración de CO_2 se aumentaba la NARa y la NARw, y que este efecto era menor cuando las temperaturas eran bajas, especialmente en plantas mas viejas (35 días) encontrando al NARw como mejor indicador de ganancia de peso que el NARa. El NARw fue correlacionado negativamente con el contenido de almidón en el azúcar de las hojas.

Solamente el 3% de la energía solar que absorben las hojas se utiliza en la fotosíntesis, el resto se convierte en calor, si no se eliminara ese exceso de temperatura se morirían las células de la planta.

Efecto del CO_2

El CO_2 es la fuente de carbono a partir del cual se sintetizan otros compuestos mediante la utilización de la energía solar. Para poder realizar esta síntesis se requiere de poder reductor y energía química, estas formas son NADPH y ATP respectivamente; ambas se forman mediante reacciones lumínicas de la fotosíntesis. Generalmente se considera que las concentraciones de CO_2 y O_2 en la atmósfera son de 0.03% y 21%

respectivamente, pero actualmente se sabe que la concentración de CO_2 se esta modificando en el transcurso de los años (Beadle et al., 1985).

Todas las plantas hasta ahora estudiadas han dado un mejor rendimiento cuando la concentración de CO_2 se incrementa por encima del nivel que se encuentra presente en la atmósfera (Graffron, 1974).

Nedheroff et al. (1989) hicieron mediciones de las concentraciones de CO_2 dentro y fuera de invernadero, combinándolo con mediciones lineales proporcionales de ventilación y observaron una correlación positiva entre la fotosíntesis y la concentración de bióxido de carbono (CO_2).

Disponibilidad del agua

Una deficiencia de agua en el suelo afecta la fisiología y por ende la producción de la planta debido al estrés hídrico que están sufriendo las plantas. La fotosíntesis es sensible al estrés hídrico, agregando a esto que la planta cierra sus estomas cuando no absorbe agua por lo tanto no hay absorción de CO_2 y este efecto se ve reflejado en plantas marchitas, flacidez de hojas e inclusive de tallos.

La cantidad de agua usada directamente en las reacciones de la fotosíntesis es pequeña, comparada con la transpirada o la almacenada en las plantas en cualquier tiempo, la condición hídrica de la planta influye severamente en el crecimiento de la planta, en particular a través de sus efectos en la expansión de la hoja y la raíz. La tasa de fotosíntesis del dosel de un cultivo disminuye con la escasez de agua debido al cierre de estomas y a los efectos del déficit hídrico en los procesos de los cloroplastos (Beadle et al., 1985).

Edad de la planta

La edad de la planta también es un factor importante en la fotosíntesis. La eficiencia fotosintética depende de la hoja y del genotipo de la planta así como de la demanda de asimilados en la floración y efecto del medio ambiente. Bajo condiciones medioambientales comparables, la porción de

fotosíntesis declina con la edad de la planta y la expansión completa de la hoja (Dwyer y Stewart, 1986).

Transpiración

La transpiración es el proceso mediante el cual la planta regula su temperatura, que consiste en la evaporación de agua a través de los estomas y cutículas o lenticelas hacia una atmósfera no saturada de humedad.

Tomando en consideración que 1 gramo de agua líquida consume más de 2083 joule para pasar al estado de vapor, se comprende el efecto refrescante de la transpiración.

De no ser por este efecto refrescante, las hojas sometidas a una inmensa carga de radiación no podrían evitar daños por sobrecalentamiento (Urquiza et al., 1988). Salisbury y Ross (1992) indican que por cada kilogramo de sacarosa producida, en las plantas de remolacha se transpiraron 450 kg de agua; además observaron que transpiraron 230 kg de agua para producir 1 kg de masa seca, incluyendo tallos, hojas y raíces.

La importancia de la transpiración también se observa en el proceso absorción de agua por las raíces ya que es de suma importancia para la obtención de nutrientes minerales así como su transporte dentro de la misma.

Factores físicos que interactúan con la transpiración

Luz

La luz es el mecanismo que gobierna la apertura y cierre estomatal en condiciones normales de humedad, temperatura y viento.

La luz blanca tal y como nos llega del sol, esta compuesta de ondas de varias longitudes, pero solo una parte de este espectro visible es efectivo en el proceso fisiológico de la planta.

Temperatura

La temperatura está relacionada con la transpiración ya que provoca el calentamiento de las hojas por lo que la planta tiene que transpirar o de lo contrario sufriría lesiones.

La velocidad de transpiración es mas baja durante la noche ya que los estomas suelen estar cerrados y la temperatura mas baja reduce la velocidad de evaporación de agua de las células del mesófilo (Alexander, 1992).

Para descubrir la influencia de la temperatura sobre la fenología de las plantas, se ha usado desde el siglo XVIII el concepto de sumas de temperatura, mejor conocido como unidades calor (UC) o grados día. Este concepto postula que el crecimiento y desarrollo del cultivo depende de la cantidad de calor que las plantas reciben, esto quiere decir, que un cultivo alcanza una determinada etapa fenológica cuando haya recibido cierta cantidad de calor independientemente del tiempo que haya requerido para ello (Hernández, 1992).

Jurik et al. (1984) basándose en varios estudios sugirieron que la temperatura óptima para que la fotosíntesis se incremente con el enriquecimiento de CO₂ debe ser máxima de 35 a 40 ° C. Temperaturas superiores a este máximo, comienzan a dañar las enzimas, causando una rápida caída en el rango fotosintético.

Apertura estomática

La hoja esta cubierta en ambos lados por una capa de células llamada epidermis, la cual contiene numerosos poros conocidos como estomas y a

pesar de su pequeño tamaño, estos constituyen una ruta muy eficiente para el intercambio gaseoso, que permite una pérdida de agua en forma de vapor de células foliares y se difunden con rapidez el aire mas seco (Ray, 1985).

Uno de los factores ambientales más importantes que afectan la apertura y cierre de los estomas es la pérdida de agua. Si la cantidad de agua en la hoja baja de cierto punto, la célula guardia pierde turgencia y el estoma se cierra. Cuando una planta se marchita por falta de agua, el cierre de los estomas disminuye la pérdida adicional de agua (Alexander, 1992).

Los tres procesos importantes para la planta: transpiración, respiración y fotosíntesis son influenciados por el comportamiento y densidad de estomas. en la regulación del contenido de humedad en la planta bajo temporal, los estomas juegan un papel importante, por lo tanto, la determinación de la densidad estomática y el mecanismo de cierre y apertura son características importantes en la resistencia a la sequía (Gómez, 1990).

Humedad atmosférica

Se considera que la atmósfera interna de la hoja está completamente o casi saturada. En cambio la atmósfera externa suele estar en condiciones de insaturación y en continuo cambio, por ejemplo, en las mañanas frescas existe menos transpiración y por consiguiente las hojas tienen mayor cantidad de agua, lo contrario ocurre al medio día que es cuando existe mayor transpiración es por eso que se dice que existe un gradiente de presión de vapor entre las atmósferas internas y externas.

Cuanto más pronunciado sea el gradiente de presión de vapor, con mayor rapidez tendrá lugar la transpiración.

Velocidad del viento

A consecuencia de la transpiración se forma alrededor de la hoja una capa de aire húmedo llamada lámina limitante, el viento modifica esta lámina dependiendo de su velocidad, contenido de humedad y características de la

hoja. De esta manera se ve afectada una resistencia de vapor de agua entre la hoja y el ambiente facilitando la pérdida de agua de la planta por transpiración (Díaz, 1988).

Se atribuye al viento un 2.6 por ciento de la pérdida total de agua de la hoja. En condiciones naturales, el viento hace cambiar frecuentemente las temperaturas de las hojas (Gates, 1980).

Conductancia Estomática

El estoma tiene como función, proveer de alimento (CO_2) a la planta y al mismo tiempo actúa como termorregulador y evita la deshidratación.

Más del 90% del agua que recibe una planta se pierde a través de las hojas. El vapor de agua se mueve por difusión, a través de los espacios del mesófilo hacia los estomas. Entonces el agua se difunde a través del estoma, directamente de la atmósfera, mientras el vapor de agua se mueve hacia fuera del estoma el CO_2 de la atmósfera entra a la hoja por el estoma (Alexander, 1992).

Se estudió la respuesta estomatal de las hojas de plantas de pepino a los factores del medio ambiente observándose que al irradiar las hojas con luz de tungsteno, la temperatura de la hoja, la transpiración, y la conductancia de la hoja subían rápidamente y posteriormente variaron cuando las condiciones ambientales fueron normales (Kitano et al., 1993)

Generalidades del cultivo del cultivo de melón

Origen e Importancia

El centro principal de origen y desarrollo del melón es Persia (Irán) y áreas adyacentes, y de ahí pasó al Cáucaso, originándose un centro secundario incluyendo las provincias del noroeste de la India, también Cachemira y Afganistán. Aunque las formas silvestres no se han encontrado, varias

especies relacionadas se han observado en esas regiones. El supuesto registro más antiguo del melón se remonta a un cuadro Egipcio alrededor del 2400 A.C. En una ilustración de ofrendas funerarias de ese tiempo aparece una fruta que algunos expertos han identificado como melón (Aggie Horticulture, 2000).

A principios de los años cincuenta del siglo XX, en Europa el melón todavía era un producto de lujo, cultivado con mucho esmero bajo sistemas de protección climática o bien al aire libre, destinado a ser consumido en las regiones productoras como fruto de temporada. A finales de los sesenta de ese siglo, se registró mundialmente un amplio crecimiento de las superficies dedicadas a su cultivo, mejorando la selección de sus especies, y se desarrollaron sistemas modernos de venta y distribución. Pero es hasta la década de los setenta cuando este producto se vuelve competitivo en los mercados, al ser adaptado a novedosos sistemas de producción (SAGARPA, 2002).

Clasificación Taxonómica

Según USDA (2004) el melón (*Cucumis melo* L.) botánicamente, se puede clasificar de la forma siguiente:

Reino-----Plantae
Subreino-----Tracheobionta
Superdivisión-----Spermatophyta
División-----Magnoliophyta
Clase-----Magnoliopsida (Cotiledóneas)
Subclase-----Dilleniidae
Orden -----Violales
Familia-----Cucurbitaceae
Género-----*Cucumis*
Especie-----*melo*

Nombre Común: Melón

Nombre Científico: *Cucumis melo*

Descripción botánica

Raíz

El melón es una planta herbácea, anual y rastrera. Su raíz principal llega a medir hasta 1 m de profundidad y las raíces secundarias son más largas que la principal, llegando a medir hasta 3.5 m y ramificándose abundantemente (Valadez, 1997).

Tallo

El tallo es herbáceo y puede ser rastrero o trepador, gracias a sus zarcillos, además puede ser veloso, el tallo se compone de nudos, los cuales son sólidos cuando son jóvenes y huecos al madurar (Salvat, 1972).

Hojas

Las hojas son simples, grandes, alternas, de 5 a 7 lóbulos, su tamaño varía de acuerdo a la variedad, tienen un diámetro de 8 a 15 cm; además de un largo pecíolo de 4 a 10 cm de longitud con nervaduras prominentes y limbo recortado, son ásperas al tacto y tienen un zarcillo en cada axila de la hoja (Hernández, 1992).

Flores

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

Fruto

Es un fruto pepónide generalmente esférico, más o menos deprimido o alargado. Su corteza es de color blanco, gris o verde negruzco, según las variedades. La superficie puede ser lisa, surcada, verrugosa, etc. La carne o

pulpa es por lo común blanca, verde o anaranjada, las numerosas semillas agrupadas en el centro del fruto son oblongas, aplastadas, lisas y de color blanco amarillento (García, 1994). El color de su piel es muy variado siendo en algunos casos amarillo y en otros verde o blanco (Muñoz, 1995).

Semillas

Las semillas ocupan la cavidad central del fruto, insertas sobre el tejido placentario; son fisiformes, aplastadas y de color amarillento. En un fruto pueden existir entre 200 y 600 semillas (Maroto, 1989). Las semillas son delgadas, con una longitud promedio de 8 mm y por lo general son de color crema (Valadez, 1997). Las semillas son deprimidas, amarillentas, elípticas, aguzadas del lado del hilo; la capacidad germinativa se conserva durante 5 - 8 años, si las condiciones de almacenamiento son adecuadas.

Requerimientos climáticos

El manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos se encuentran estrechamente relacionados y la actuación de uno de estos incide sobre el resto.

Clima

La planta de melón es de clima cálido y no excesivamente húmedo, de forma que en regiones húmedas y con escasa insolación su desarrollo se ve afectado negativamente, apareciendo alteraciones en la maduración y calidad de los frutos.

Temperatura

Temperaturas críticas para melón en las distintas fases de desarrollo, se muestran en el Cuadro 2

Cuadro 2. Temperaturas críticas durante las fases de desarrollo del cultivo

Helada		1°C
Detención de la vegetación	Aire	13-15°C
	Suelo	8-10°C
Germinación (suelo)	Mínima	15°C
	Óptima	22-28°C
	Máxima	39°C
Floración (aire)	Óptima	20-23°C
Desarrollo (aire)	Óptima	25-30°C
Maduración del fruto (aire)	Mínima	25°C

Fuente: http://canales.hoy.es/canalagro/datos/frutas/frutas_trdicionales/melon.htm

Humedad

Al inicio del desarrollo de la planta la humedad relativa debe ser del 65 -75%, en floración del 60-70% y en fructificación del 55 -65%.

La planta de melón necesita bastante agua en el período de crecimiento y durante la maduración de los frutos para obtener buenos rendimientos y calidad.

Luz

La duración de la luminosidad en relación con la temperatura, influye tanto en el crecimiento de la planta como en la inducción floral, fecundación de las flores y ritmo de absorción de elementos nutritivos.

El desarrollo de los tejidos del ovario de la flor está estrechamente influenciado por la temperatura y las horas de iluminación, de forma que días largos y temperaturas elevadas favorecen la formación de flores masculinas, mientras que días cortos con temperaturas bajas inducen el desarrollo de flores con ovarios.

Requerimientos edáficos

El melón no es muy exigente, aunque prefiere los terrenos ricos, profundos, mullidos con buena reserva de agua, pero es fundamental que el suelo esté bien aireado y que no se presenten encharcamientos (Maroto, 1989). La reacción del suelo debe ser neutra o ligeramente ácida. El pH que le conviene es de 6 a 7 (Leñano, 1978).

Esta hortaliza no produce en suelos muy húmedos, y muy ácidos, en caso de serlo se les neutraliza con cal, los mejores suelos son los libres de nemátodos y de reacción neutra ligeramente alcalina (Martínez, 1998).

El melón está considerado como un cultivo moderadamente resistente a la salinidad. Un incremento en ésta conlleva a un aumento en los contenidos de cloro y sodio en hojas y frutos, así como un ascenso del porcentaje de sólidos solubles en los frutos (Maroto, 1989).

Polinización

La polinización se produce principalmente por la acción de los insectos, entre los que destacan las abejas, por lo que se recomienda instalar ca jones en el área de cultivo. Moreno (1990) indica que para tener una buena polinización se recomienda contar con la colmena bien establecida cada 4000 metros cuadrados. La fecundación pueden ser de tres formas: autofecundación (con polen de la misma flor), auto polinización (con polen de flores de la misma planta) y polinización cruzada (con polen de flores de otras plantas).

Las recomendaciones que hacen Sabori et al., (1998), para lograr una buena polinización se reducen a cuatro puntos básicos:

- Realizar las aplicaciones de plaguicidas durante la noche para evitar daños a las abejas.
- Colocar las abejas al inicio de la floración masculina, o ligeramente antes de la floración femenina. No es recomendable colocarlas

demasiado temprano, ya que buscarán otros cultivos para mantenerse y cuando se necesiten será difícil regresarlas.

- Colocar los cajones en sentido favorable a las corrientes de aire, para que les sirva de ayuda en el vuelo.
- Colocar los cajones en sentido contrario a la fuente de abastecimiento de agua, para forzarlas a sobrevolar el cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del Lote Experimental

El trabajo se realizó durante el ciclo primavera -verano del 2006, en el campo experimental del Centro de Investigación de Química Aplicada (CIQA), localizado en el noreste de Saltillo, Coahuila, con las coordenadas geográficas: 25° 27' latitud norte y 101° 02' longitud oeste con una altitud de 1520 msnm.

Clima

De acuerdo con la clasificación de Köepen el clima se define como BS o K (x') (e) y conforme a la modificación hecha por García (1988) para la República Mexicana, indica:

Bso = es el clima más seco de los BS, con coeficiente de P/T de 22.9

K = templado, con verano cálido, siendo la temperatura media anual entre 12 y 18 °C.

(x') = régimen de lluvias intermedio, repartido entre verano e invierno, con una precipitación anual de 320 mm, siendo los meses más lluviosos los comprendidos entre julio y septiembre, acentuándose el mes de julio.

e = La evaporación promedio mensual es de 178 mm, siendo la más intensa en los meses de mayo a junio con 236 y 234 mm, respectivamente.

Suelo

El suelo del lote experimental es de origen aluvial, sus características más importantes son las siguientes:

- pH de 7.3 aproximadamente, clasificándose como suelo medianamente alcalino, presenta una textura arcillo -limosa
- Capacidad de campo de 29.7 por ciento base volumen
- Punto de marchitez permanente de 16.4 por ciento

- Densidad aparente = 1.46 g/cm.³
- C.E. (milimohos/cm) = 3.7, ligeramente salino.
- Materia Orgánica = 2.38%, medianamente rico.
- Nitrógeno total = 0.119 %, medianamente pobre.
- Potasio intercambiable = 35.0 kg/ha, muy pobre.
- Fósforo aprovechable = 37.35 kg/ha, mediano.
- Carbonatos totales = 40%, altos.
- Arcilla = 42.00 %.
- Limo = 45.40%.
- Arena = 12.60 %.

(Fuente: Ibarra, 2004)

Material Genético

Se utilizó semilla de híbrido Cruiser que es uno de los más utilizados en México, presenta frutos ovalados de color anaranjado fuerte con peso de 2 a 2.3 kg, (Harris Moran, 2004).

Establecimiento del Experimento

Preparación del terreno

La preparación del terreno se hizo en forma mecánica, realizando las principales actividades como el barbecho, rastra, así como la formación de camas. Ya hechas las camas se procedió a la colocación de la cintilla de riego y del acolchado. Para terminar con la siembra del cultivo y esto se hizo en seco.

Establecimiento del sistema de riego

La colocación del sistema de riego fue manual. Se utilizó cinta de ocho milésimas de pulgadas de espesor con emisores espaciados a 20 cm y un

gasto de 0.98 lt/hora/gotero, colocando una cinta de riego por hilera de plantas por cama.

Establecimiento del acolchado

La colocación de los plásticos fue de forma manual, y los colores del polietileno fueron distribuidos al azar dentro de cada repetición.

Perforación del plástico

La perforación del plástico se hizo con un tubo caliente de 2 pulgadas de diámetro y de 25 cm. entre perforaciones.

Siembra

La siembra se realizó en forma directa y manual a hilera se ncilla el día 28 de marzo del 2006 depositando dos semillas cada 25 cm., y a una profundidad de 3 cm., para después aclarar a una sola planta.

Tratamientos evaluados y diseño experimental

El objetivo de este trabajo es evaluar cuatro acolchados plásticos y un testigo que fueron: 1) acolchado plástico azul (APA); 2) acolchado plástico negro (APN); 3) acolchado plástico aluminio (APL); 4) acolchado plástico blanco (APB) y sin acolchado (testigo). Para la evaluación se utilizó un diseño bloques al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones. Cada una constituida por una cama de 10 metros de longitud y una separación de 1.8 metros entre camas, se sembró a hilera simple a una distancia de 0.25 metros entre plantas. La unidad experimental se conformo de 20 camas teniendo un área total de 600 m^2 . Los plásticos utilizados fueron de 1.20 m de ancho y 30 μm de espesor.

Labores culturales

Deshierbes

Esta actividad se realizó en forma manual durante el ciclo del cultivo, los deshierbes se realizaron principalmente en los testigos que fueron los que presentaron mas maleza.

Riegos

Al inicio del cultivo se regaron dos horas de riego cada tercer día con una lamina de riego de 5.4 mm, y tres horas diarias al iniciar el engrosamiento de los frutos con una lamina de riego de 8.16 mm, y cinco horas diarias desde el inicio de la formación de la red del fruto hasta el final de la cosecha con una lamina de riego de 13.6 mm.

Fertilización

Durante el ciclo del cultivo la dosis de fertilización aplicada fue 100 –60-60 de NPK, que se proporciono en el agua de riego durante el ciclo vegetativo del cultivo.

Aplicación de agroquímicos

Las aplicaciones de productos se realizaron con el fin de combatir las enfermedades y plagas que atacaron al cultivo, como la cenicilla (*Erysiphe cichoracearum*) y tizón foliar temprano (*Alternaria cucumerina*), además de la aplicación de fertilizante foliar para el crecimiento de la planta y fruto. Los productos aplicados fueron Grofol, Tecto 60 y Mancozeb a la dosis recomendada por la casa comercial.

A los 48 días después de siembra se presentaron lluvia de alta intensidad, ocasionando daños a las guías, flores y frutos. Para fortalecer la planta se aplicó un fertilizante foliar Grofol (20-30-10), y cinco días más tarde se reactivaron todas las guías, y hubo aparición de nuevos brotes y continuó la floración, también se aplicaron productos químicos, como ridomil bravo y captan a la dosis recomendada por la casa comercial para la prevención de ataques de enfermedades y plagas.

Casi finalizando el ciclo del cultivo hubo presencias de tizón foliar temprano (*Alternaria cucumerina*), mildiú (*Pseudoperonospora cubensis*) y cenicilla (*Erysiphe cichoracearum*), se aplicaron Folpan 80, Mancozeb, Cupetron y Bayleton a la dosis recomendada por la casa comercial.

Variables evaluadas

Medición de la temperatura del suelo

Para medir la temperatura del suelo, se instalaron 10 termopares de cobre - constantan en la unidad experimental, 2 por cada tratamiento a 10 cm. de profundidad en el suelo. Colocándolos en la segunda y tercer repetición. Los termopares se conectaron a un registrador modelo 21X (Campbell Scientific, Utah, Logan) y a un amplificador de 25 canales. El registrador se programó para tomar lecturas a una frecuencia de 10 segundos y hacer promedios diarios, las mediciones se hicieron en forma continua durante todo el ciclo de desarrollo del cultivo.

Fotosíntesis y otras variables evaluadas

Para la toma de las variables de fotosíntesis, conductancia estomática, humedad relativa, concentración de CO₂, resistencia estomática, transpiración, temperatura de la hoja y temperatura del aire, se utilizó un aparato portátil de fotosíntesis (LI-6200, Lincoln, Nebraska).

Las mediciones se hicieron a los 30, 45, 60 y 75 días después de la siembra, aproximadamente entre las 11 y 14 horas.

Los datos se tomaron de la siguiente manera:

- ✓ Se eligieron 2 plantas representativas por repetición de cada tratamiento de cada tratamiento
- ✓ En cada planta se eligen 3 hojas entre 10 y 15 cm² de manera que cubra y cierre bien la cámara del aparato sin maltratar la hoja.
- ✓ Al cerrar la cámara se prosigue a tomar los datos y guardarlos para que después sean almacenados en la computadora.
- ✓ Se hace el mismo procedimiento para cada una de las hojas de las plantas elegidas, de cada tratamiento y repetición.

Con las mediciones realizadas se obtienen 120 datos, las cuales son almacenadas a la computadora para ser procesados.

Variables de crecimiento

Para la evaluación de las variables de crecimiento, se llevaron a cabo 3 muestreos que se realizaron a los 30, 45 y 60 días después de la siembra, cosechando dos plantas representativas por cada tratamiento y repetición, sin tomar en cuenta las que fueron utilizadas para la medición de las variables fisiológicas.

Las plantas al igual que las otras, tenían que estar en las mismas condiciones de humedad y competencia entre ellas.

Al ser cosechadas las plantas se tomaron las siguientes mediciones:

Peso fresco de la planta

Para la evaluación, se pesó la planta completa al momento de ser cosechada con una balanza ubicada en el lugar del experimento, sin tomar en cuenta las flores y los frutos.

Área foliar.

Después de ser pesadas las plantas, se seccionaron en partes separando hojas y tallos (excluyendo raíz, flores y frutos). El área foliar se determinó con un equipo medidor de área foliar, (LI – 3100, LI –COR, Lincoln, Nebraska). Pasando las hojas por el medidor, e ir sumando el área de cada hoja para obtener el área foliar de la planta completa.

Peso seco de planta.

Esta variable se tomó para las mismas plantas a las que se les determinó área foliar, para esto se colocaron las hojas y los tallos en bolsa de papel etiquetado de acuerdo a cada uno de los tratamientos, llevándose después a estufa de aire caliente donde permanecieron a 70°C durante 48 horas, para posteriormente tomarles el peso seco en una balanza digital.

Rendimiento precoz y total.

Al momento de cosechar los frutos se clasificaron de la siguiente manera: como rendimiento precoz a los frutos acumulados durante los primeros quince días. El mismo procedimiento se sigue para cada una de las plantas de cada tratamiento y repetición.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

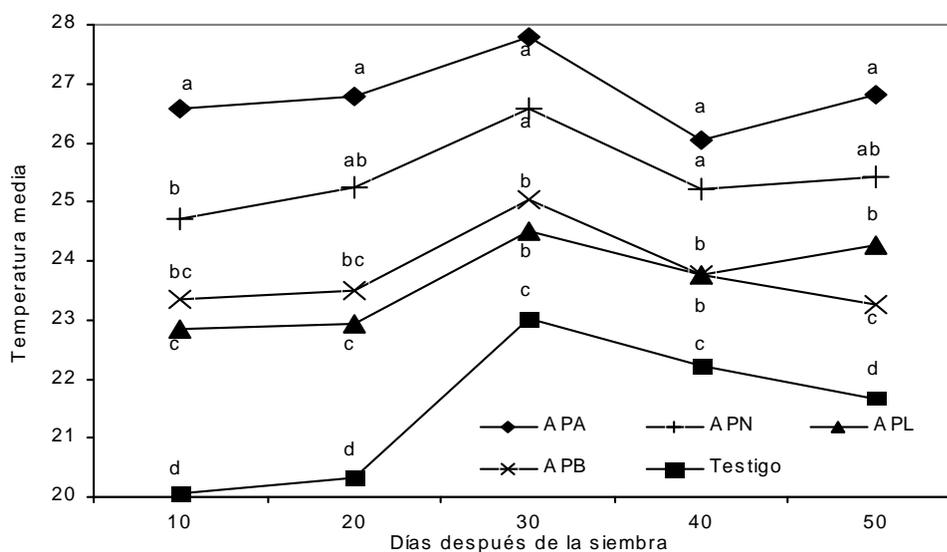
Para la interpretación de los resultados obtenidos, cabe mencionar que los datos fueron tomados de plantas representativas, en las cuales se consideró que estuviesen totalmente sanas tanto de enfermedades como de daños mecánicos. Los cuadros de resultados de las variables estudiadas y los cuadros medios de los análisis de varianza se encuentran en el apéndice.

Temperatura del suelo y rendimiento de fruto

En el Cuadro 3 se muestran las temperaturas, mínima, media y máxima del suelo durante un periodo de 50 días después de la siembra. La temperatura mínima de suelo es estadísticamente superior ($P \leq 0.05$) en los tratamientos acolchados respecto al suelo desnudo. La temperatura media de la mínima varía, 19.5 en APB a 21.1°C en APA, el testigo presentó el menor valor con 17.2°C. La temperatura media de la máxima de suelo fue registrada en el APA con 32.2°C, sin embargo, el APN tuvo una temperatura estadísticamente similar al APA y este tratamiento fue similar al APB y APL.

Todos los tratamientos de acolchado superaron al testigo en temperatura media los mayores valores fueron obtenidos en APA y APN, con valores de 26.4 y 25.2°C respectivamente, seguidos del APL y APB con 23.6 y 23.7°C respectivamente, el testigo registró una temperatura media de 21.4°C.

En la Figura 1, se muestra los cambios de la temperatura media en cada uno de los tratamientos y se observa que a los 30 días después de la siembra se obtuvo mayor temperatura y después fue descendiendo consecutivamente en cada uno de los tratamientos.



Tratamientos con la misma literal en cada fecha son iguales entre sí, DMS ($P \leq 0.05$)

Figura 1. Temperatura del suelo a través del tiempo en el cultivo de melón, ciclo primavera-verano, 2006.

El tratamiento APA indujo la mayor la temperatura media (26.48°C), y también la mayor valor temperatura máxima (32.24 °C) y temperatura mínima (21.13°C), (Continuación del Cuadro 3).

En las Figuras 2a y la 2b se muestra la relación de la temperatura media con rendimiento precoz y el rendimiento total respectivamente.

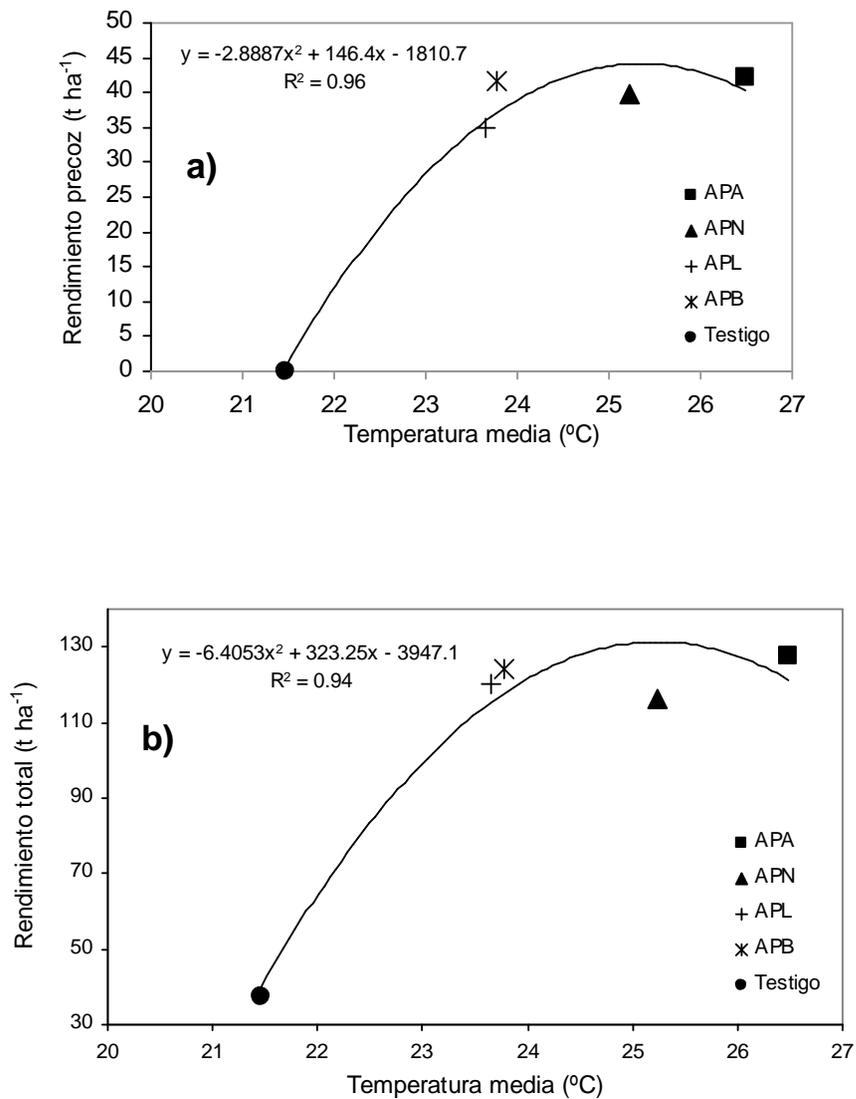


Figura 2. Relación entre la temperatura media del suelo y el rendimiento precoz (a), y el rendimiento total (b) del cultivo de melón, ciclo primavera-verano, 2006.

También se observa que el APA tiene una mayor temperatura media (26.48°C), y un mayor rendimiento precoz y total con 42.19 y 127.53 t ha⁻¹ respectivamente. En estas mismas gráficas se observa que en el rendimiento precoz el APL registra 6.69 t ha⁻¹ menos respecto al APB, y el rendimiento total es menor con 4.13 t ha⁻¹. Como se puede notar el APL tuvo un aumento con respecto al APN y APB. La declaración de que los acolchados oscuros tienen un mayor calentamiento de suelo es cierta, porque se confirma en el presente estudio, con el color azul.

Desde nuestro entendimiento poco es conocido acerca del efecto de la temperatura en la zona radical del cultivo de melón. En diversos cultivos hortícola el agobio de altas temperaturas en la zona radical puede influir en la antesis y crecimiento de diferentes cultivos (Zobel, 1992).

Al respecto, Ocampo (1994) en el cultivo de pepino encontró diferencia significativa a favor del sistema tradicional como consecuencia del excesivo calor generado por el acolchado de color negro en las etapas de floración y producción. El sistema de acolchado redujo el rendimiento con respecto al método tradicional del cultivo de pepino en 6 t ha⁻¹ (87 vs. 93).

La mayoría de los reportes sugieren que el acolchado de colores influye en el desarrollo de la planta y rendimiento, primeramente atribuido a la modificación de la luz entorno a la planta, Kasperbauer (1992).

Kasperbauer y Hunt (1998), indican que las plantas de tomate crecidas en acolchado rojo rindieron más que las crecidas en acolchado negro y concluyeron que el incremento en el rendimiento fue causado por la reflexión del rojo lejano a las plantas.

Fotosíntesis y otras variables fisiológicas

No se observó diferencia estadística entre tratamientos en la fotosíntesis neta evaluada a los 30 dds (Cuadros 7). También se observó que el acolchado azul tendió a presentar la mayor tasa de fotosíntesis neta y por planta con $9.098 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ y $0.0090 \mu\text{mol CO}_2 \text{ s}^{-1}$ respectivamente, y el APL tiende a presentar el valor más alto en humedad relativa (68.4%), así como el testigo el más alto valor en conductancia estomática (3.52 cm s^{-1}), aunque todos los tratamientos fueron estadísticamente iguales, especialmente en la conducta del estoma.

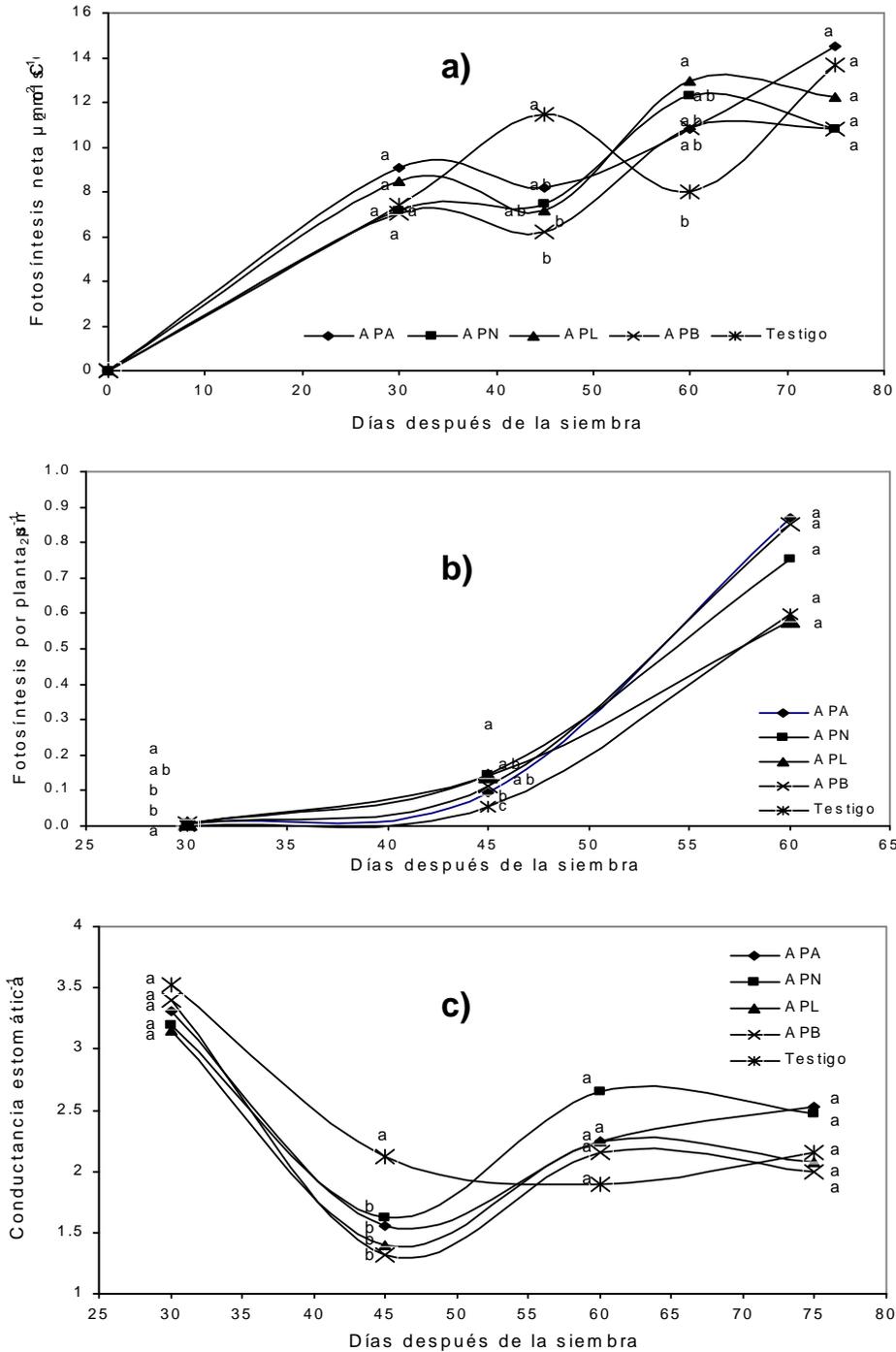
Los datos de las variables fisiológicas a los 45 dds (Cuadro 8), muestra que el testigo presenta los valores más altos en humedad relativa, fotosíntesis neta, fotosíntesis por planta y conductancia estomática, con valores de 46.05%, $11.46 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$, $0.2369 \mu\text{mol CO}_2 \text{ s}^{-1}$ y 2.12 cm s^{-1} , respectivamente. Esto es similar a los 75 dds (Cuadro 10), solo que el APA tiene los valores más altos en cada una de las variables, pero no se determinó la variable de fotosíntesis por planta, por falta de datos de área foliar. Sin embargo, todas las variables mencionadas a los 75 dds fueron estadísticamente iguales.

Las variables fisiológicas a los 60 dds (Cuadro 9), tenemos que el APN tiende a presentar los valores altos en humedad relativa y conductancia estomática, 46.10% y 2.65 cm s^{-1} , respectivamente. El APL presenta el valor más alto en fotosíntesis neta $12.977 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ y el APA presenta el valor más alto en fotosíntesis por planta $0.578 \mu\text{mol CO}_2 \text{ s}^{-1}$, pero son estadísticamente iguales.

El acolchado plástico mejora la fotosíntesis y la conductancia estomática del cultivo de melón, especialmente la de fotosíntesis durante la etapa de desarrollo del fruto, en comparación con las plantas testigo (Figura 3a, b).

En la Figura 3a, se muestra que la fotosíntesis neta, cambia en cada una de las etapas de crecimiento de la planta de melón. Sin embargo a los 30 dds, se observa que los valores de fotosíntesis neta en todos los tratamientos

fueron estadísticamente iguales. También esta figura nos muestra que la fotosíntesis neta fue estadísticamente diferente a los 45 y 60 dds para cada uno de los tratamientos, teniendo al testigo y al aluminio, con valores más altos respectivamente. Sin embargo los valores de fotosíntesis neta a los 75 dds fueron estadísticamente iguales a los 30 dds.



Tratamientos con la misma literal en cada fecha son iguales entre sí, DMS ($P \leq 0.05$)

Figura 3. Efecto del acolchado plástico en la fotosíntesis neta (a), fotosíntesis por planta (b) y conductancia estomática (c) en diferentes etapas de desarrollo (30, 45, 60 y 75 dds) del cultivo de melón, ciclo primavera-verano, 2006.

Es importante mencionar que en la fotosíntesis por planta solo se tienen tres datos registrados esto es debido a la no medición del área foliar de las hojas de las plantas en los 75 dds. Para que cada una de las fotosíntesis sean más representativa deben realizarse más mediciones hasta que el ciclo del cultivo de melón se termine. Y así explicar mejor con lo mencionado por Dwyer y Stewart (1986), menciona que la porción de la fotosíntesis declina con la edad y la expansión completa de la hoja.

Es lógico que descienda la fotosíntesis con la edad de la planta, además tomando en cuenta que entre mediciones hay un espacio de 15 días, tiempo suficiente para más cambios importantes en cuanto a la madurez de la planta y por consiguiente baja en su tasa fotosintética como se observa en la Figura 3a y 3b. Sin embargo, se sugiere la evaluación de la fotosíntesis, después de los 75 dds, para evaluar la tasa de fotosíntesis neta en hojas.

Borrego (1993) indica que las variables fisiológicas fotosíntesis, transpiración, humedad relativa y conductancia estomática están estrechamente relacionadas, sin embargo, es posible que eso sea bien definido bajo condiciones controladas.

Una manera de ver si existe o no correlación entre un grupo de caracteres o variables consideradas es por medio del análisis de correlación. La correlación puede ser positiva o negativa, decimos que existe correlación positiva cuando en una serie de observaciones su tendencia es aumentar simultáneamente con otra variable considerada y es negativa cuando existe una serie de observaciones que responden en sentido contrario a otra variable considerada.

En las gráficas de regresión para fotosíntesis y conductancia estomática (Figura 4a y 4b), observamos que hay una relación directamente proporcional, es decir, a mayor conductancia, mayor fotosíntesis.

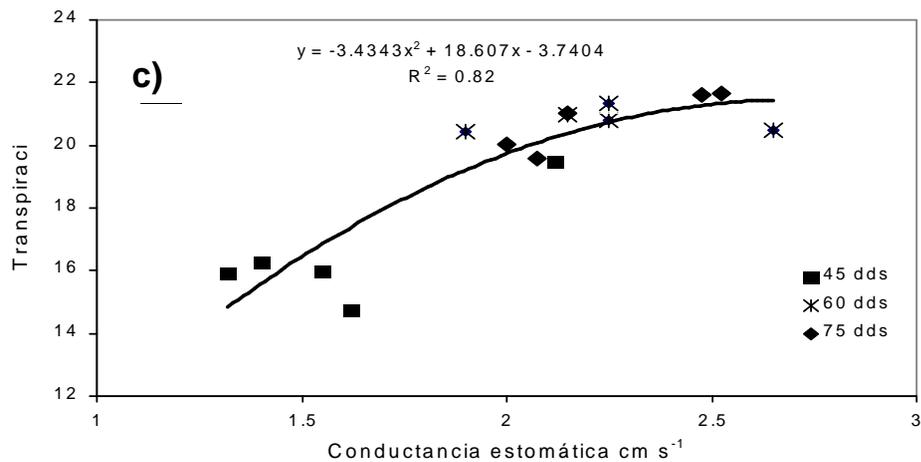
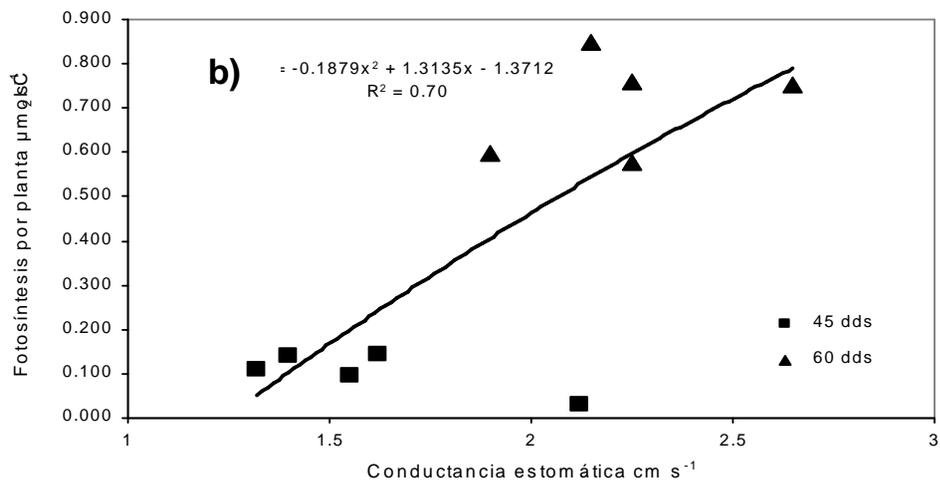
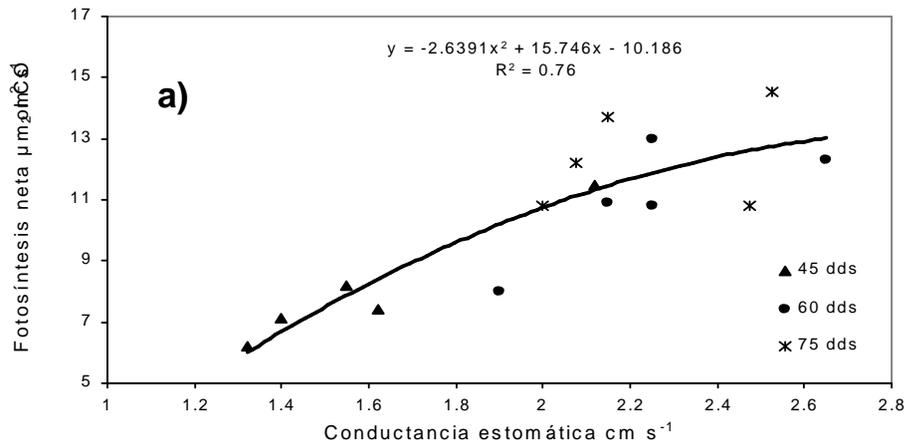


Figura 4. Relación entre conductancia estomática y la fotosíntesis neta (a), fotosíntesis por planta (b) y la transpiración (c), del cultivo de melón, ciclo primavera-verano, 2006.

La relación entre conductancia estomática y la transpiración es similar con la de fotosíntesis neta y por planta (Figura 4). En la Figura 4c muestra una relación entre la conductancia estomática y la transpiración, esto quiere decir que a mayor conductancia estomática mayor será la transpiración.

Para la realización de las gráficas de la figura 4 se utilizaron las mediciones de los 45, 60 y 75 dds, sin embargo, se sugiere la evaluación de la conductancia estomática y transpiración, después de los 75 dds para tener un resultado claro de estas variables.

Como se ha mencionado anteriormente la humedad relativa, fotosíntesis y conductancia estomática se encuentran interrelacionadas entre si, es decir, depende mucho una variable de las otras dos, ya que uno de los tratamientos obtiene el valor más alto para las tres variables.

La relación entre la conductancia estomática y la humedad relativa se observa en la Figura 5 en las mediciones realizadas a los 45 y 60 dds. Como se puede ver la gran influencia que tiene la humedad relativa en la conductancia estomática. Además, en la Figura 5 podemos ver que la línea de tendencia nuevamente es positiva en ambas gráficas es decir a mayor humedad relativa mayor será la conductancia estomática.

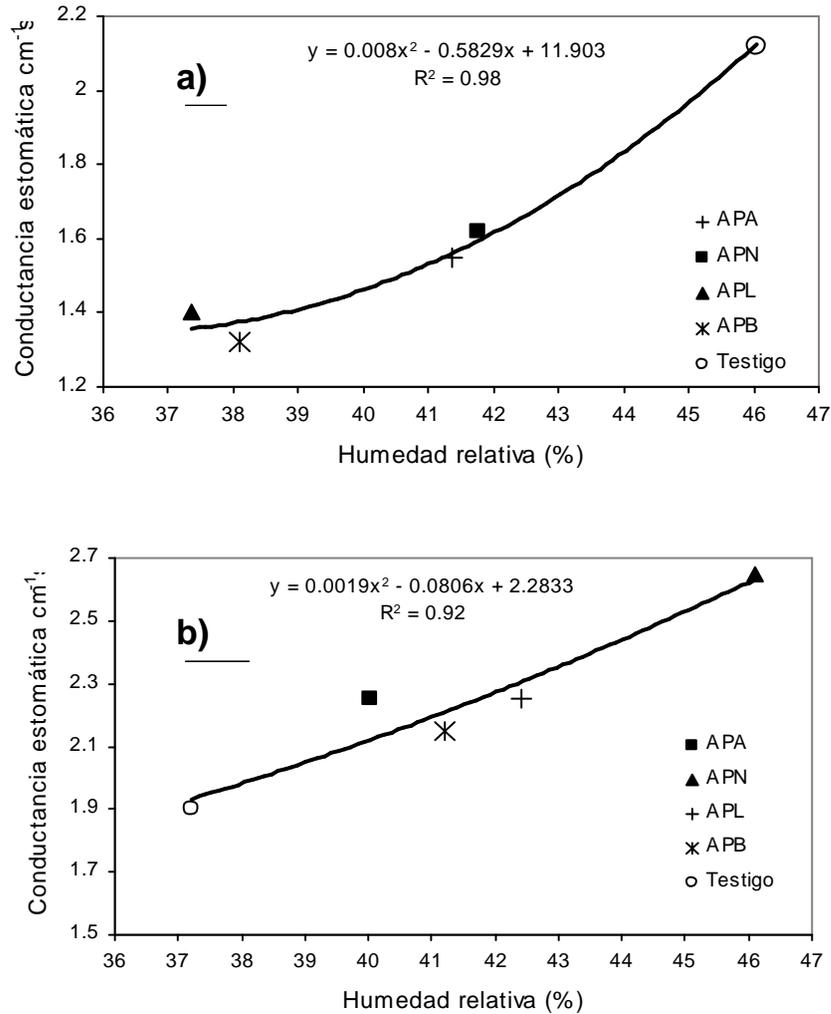


Figura 5. Relación entre la humedad relativa y la conductancia estomática a los 45 dds (a) y a los 60 dds (b) del cultivo de melón, ciclo primavera-verano, 2006.

De acuerdo con Díaz (1988), la humedad relativa participa en el balance energético entre la planta y la atmósfera al inferir sobre la radiación que recibe la planta y de esta manera disminuir el calentamiento, modificando al mismo tiempo, la transpiración de la planta al establecerse una diferencia de concentración de aire entre la atmósfera y la planta. Es por eso que la humedad relativa tiene mucha influencia en la fisiología de la planta.

En nuestro trabajo vemos como regularmente el tratamiento que registró la mayor humedad relativa también registra la mayor conductancia estomática

y fotosíntesis, coincidiendo con lo observado por Bunce (1984), que indica que a humedad relativa baja, menor valor de la fotosíntesis, independientemente de la concentración de CO₂.

Guerra (1997), coincide con los resultados encontrados en este trabajo, menciona que la fotosíntesis esta en función de la concentración intercelular de CO₂ que cambia de acuerdo a la conductancia estomática, por lo que podemos mencionar que los resultados indican que la tasa de intercambio gaseoso depende principalmente de la conductancia estomática y esta de la humedad relativa.

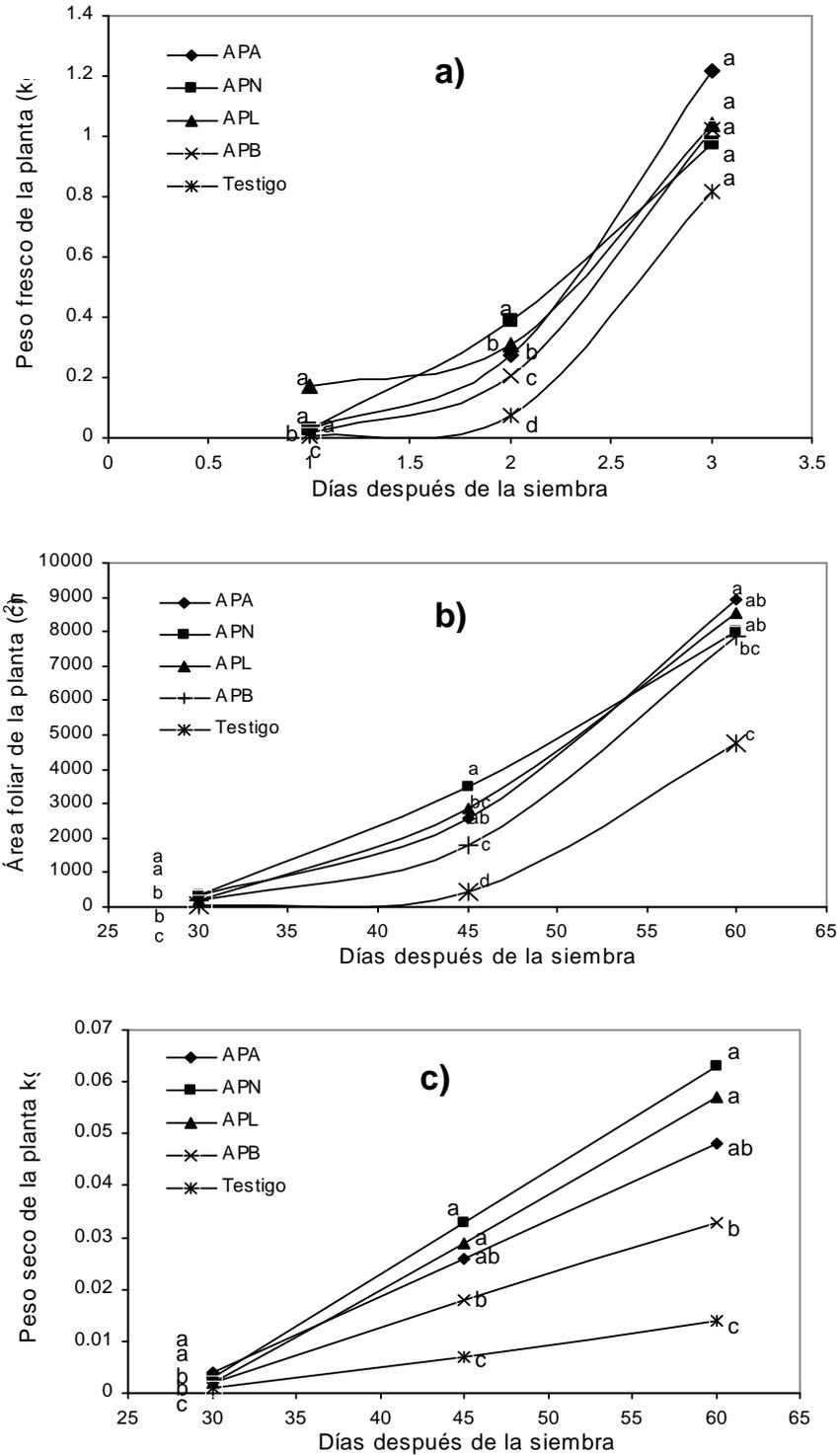
Crecimiento y rendimiento de fruto

A los 30 días después de la siembra (dds), el APA obtuvo el mayor valor en cuanto a peso fresco (0.031 kg/planta), área foliar (359.5 cm²) y peso seco (0.004 kg/planta). Mientras que a los 45 dds el APN tiende a tener los mayores valores en peso fresco, peso seco y área foliar, con 0.3875 kg/planta, 0.033 kg/planta y 3494.3 cm², respectivamente.

Las plantas de melón, crecidas con acolchado de suelo superaron a los que crecieron en suelo desnudo ($P \leq 0.05$), en peso fresco de la planta, área foliar y peso seco de la planta (Figura 6; Cuadro 5 y 6).

El peso fresco de plantas del cultivo de melón (Figura 6a), fue incrementando conforme fueron pasando los días. El acolchado azul tiende a presentar el mayor peso fresco a los 60 dds. También se muestra que el testigo es el que presenta menor peso fresco de todos los tratamientos.

En los muestreos de área foliar efectuados (Figura 6b y Cuadro 4), las plantas desarrolladas con acolchado tuvieron mayor superficies foliar que las de testigo. Las plantas desarrolladas con acolchado azul y negro fue mayor que los tratamientos, esto sucede a los 30 dds. Sin embargo, a los 45 dds, observamos que el acolchado negro es el que tiene mayor área foliar y como último se tiene el testigo que es sin acolchar.



Tratamientos con la misma literal en cada fecha son iguales entre sí, DMS ($P \leq 0.05$)
 Figura 6. Peso fresco de la planta (a), área foliar de la planta (b) y peso seco de la planta (c), en el cultivo de melón a través del tiempo, ciclo primavera-verano, 2006.

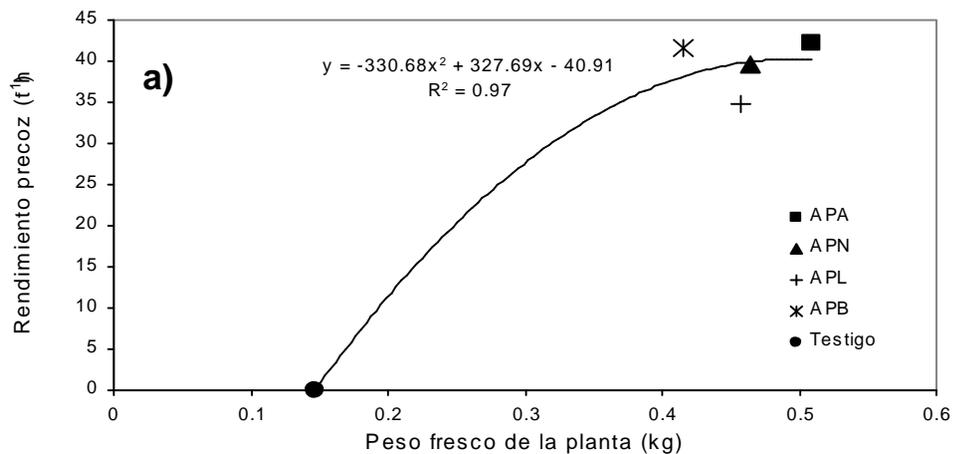
El peso seco de la planta se muestra en la Figura 6c, los mayores pesos se observan en el acolchado negro, el área foliar muestran estos mismos resultados a los 45 dds.

De acuerdo con los resultados presentados, se observa que el testigo es menor que los tratamientos con acolchado presentando una mayor acumulación de área foliar y por consecuencia altos pesos secos de planta, incrementándose favorablemente en comparación con el testigo.

La relación que existe entre el rendimiento precoz y las variables de crecimiento son similares entre sí. Como se puede observar tenemos una línea de tendencia positiva, es decir, el rendimiento precoz va aumentando conforme aumenta el peso fresco promedio de la planta (Figura 7a).

Al comparar el área foliar con el rendimiento, se observa que son caracteres que están mutuamente asociados, es decir que al aumentar el área foliar se incrementó el rendimiento precoz (Figura 7b) seguramente como consecuencia de la mayor superficie receptora de radiación solar.

Esto concuerda con lo expuesto por Soltani et al., (1996), quien obtuvo una mayor producción de área foliar y pesos secos de planta al usar acolchado de polietileno, promovió mayor crecimiento de área foliar.



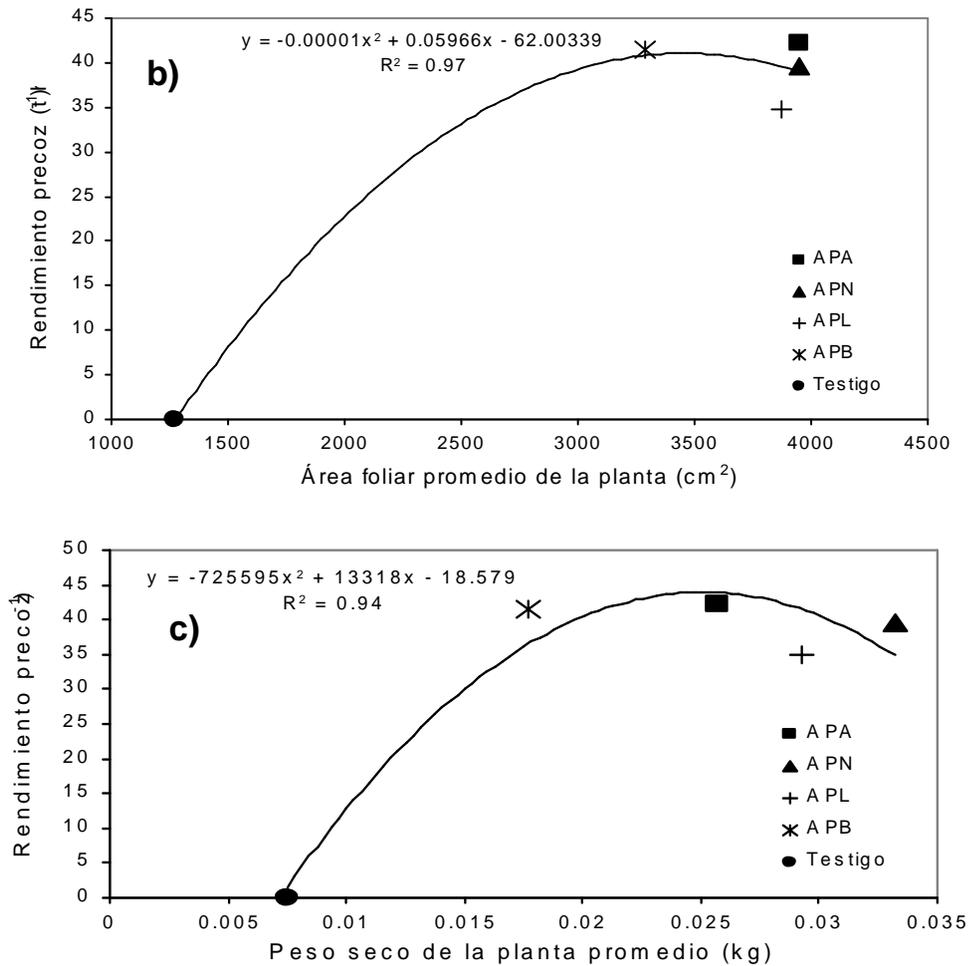


Figura 7. Relación entre el rendimiento precoz del cultivo de melón, en función del peso fresco de la planta promedio (a), área foliar promedio de la planta (b) y el peso seco de la planta promedio (c), ciclo primavera-verano, 2006.

La relación que tiene el peso seco con el rendimiento precoz, es similar a la del área foliar. En la Figura 7c, se muestra que al aumentar el peso seco también aumenta el rendimiento, esta misma tendencia se obtiene con el área foliar.

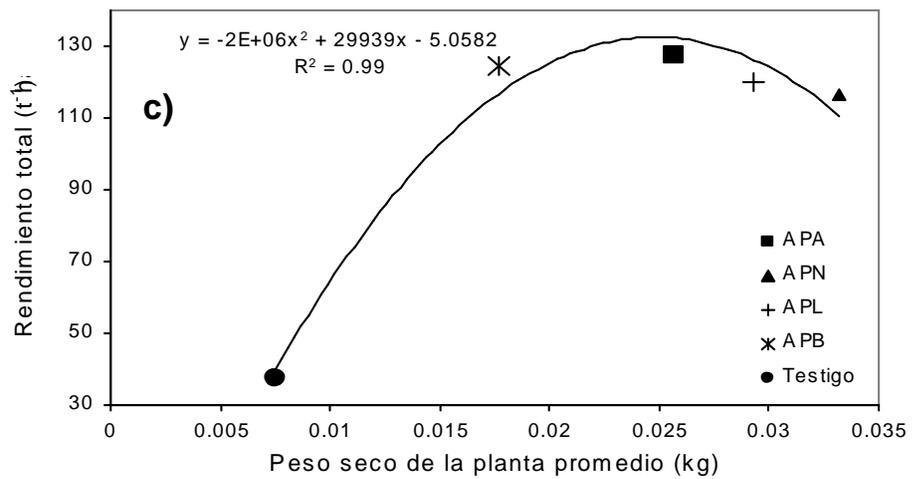
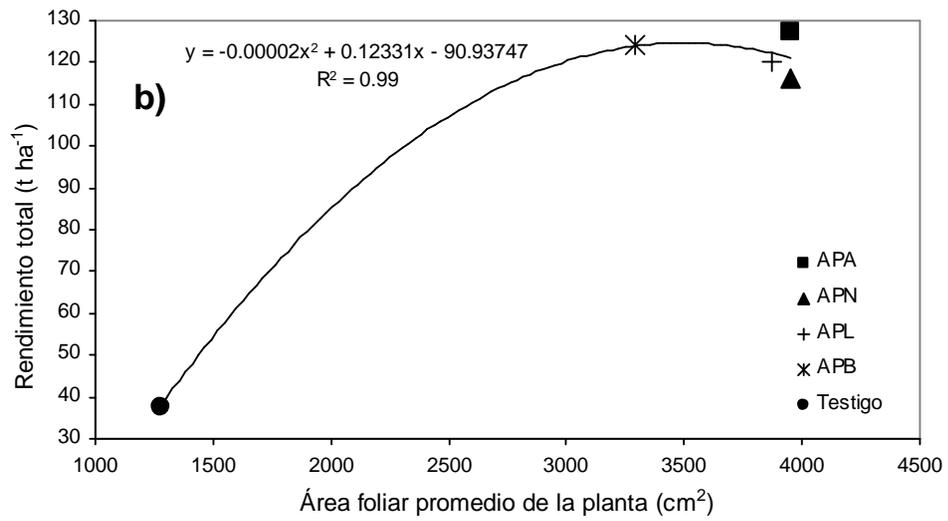
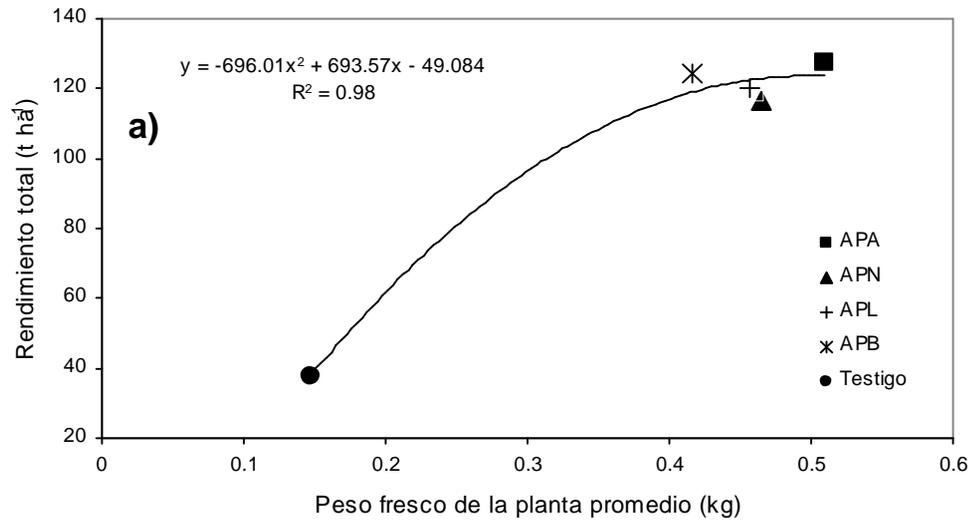
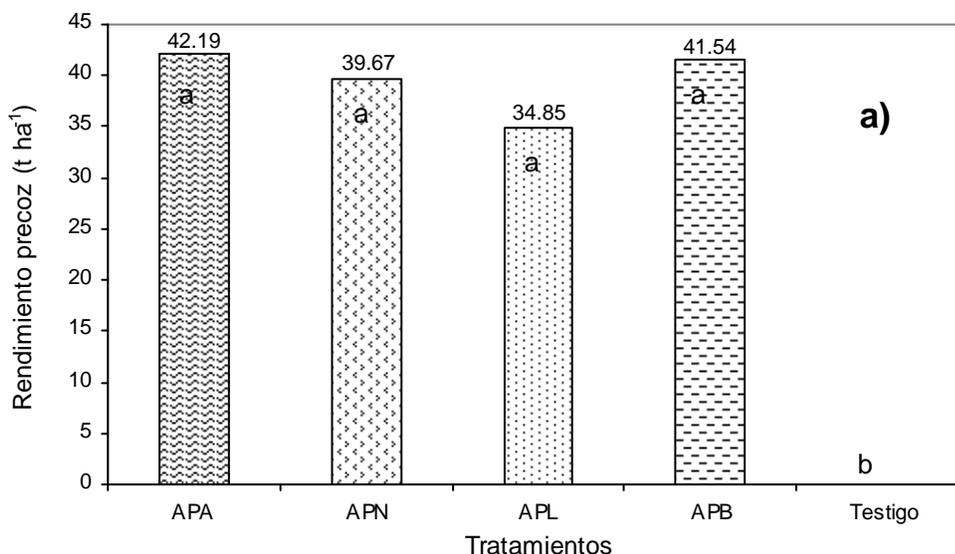


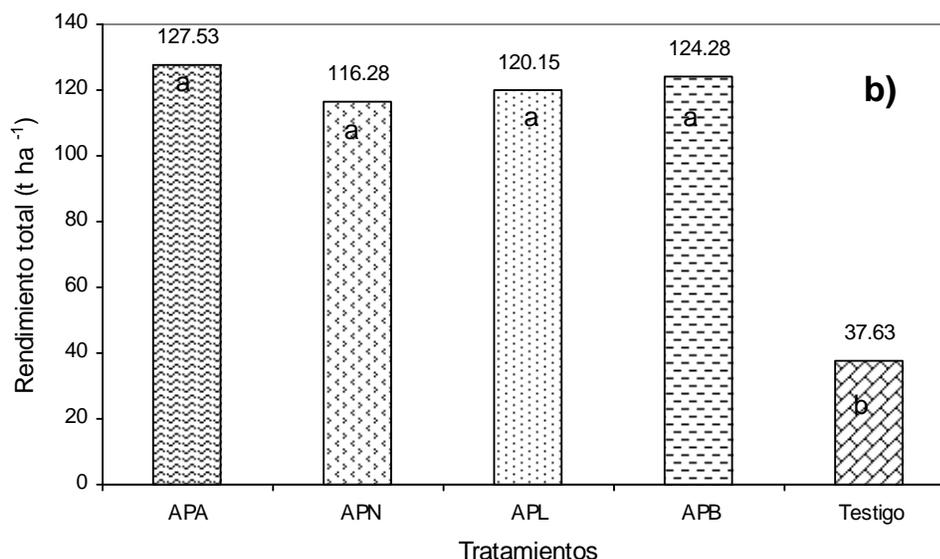
Figura 8. Relación entre el rendimiento total del cultivo de melón, en función del peso fresco de la planta promedio (a), área foliar promedio de la planta (b) y el peso seco de la planta promedio (c), ciclo primavera-verano, 2006.

Tanto el rendimiento precoz como el rendimiento total de fruto fue estadísticamente igual entre todos los tratamientos de acolchado, pero todos mayores que el testigo (Figura 9a y 9b). En el rendimiento precoz no se tiene datos sobre el testigo, porque los frutos no estaban lo suficiente maduros para poder ser cosechados. Lo anterior indica una fuerte influencia del acolchado en la anticipación a cosecha. La producción del testigo inició cuando terminó la cosecha de los tratamientos acolchados.

El rendimiento precoz reportado fue 15 días antes de la cosecha total. Estos resultados fueron significativos entre tratamientos (Cuadro 5 y Figura 9a).

El rendimiento total, se observa en la Figura 9b, donde se hace notar como el testigo tiene los valores mas bajos que los tratamientos con acolchado lo que significa una fuerte influencia por efecto del acolchado en la expresión del rendimiento.





Tratamientos con la misma literal en cada fecha son iguales entre sí, DMS ($P \leq 0.05$)

Figura 9. Relación de los tratamientos y el rendimiento precoz (a) y rendimiento total (b), en el cultivo de melón, ciclo primavera-verano, 2006.

Nuestros resultados de rendimiento coinciden con los de Farías (1994), Zhukava y Kharytonato (1987) y Brown (1989), que reportan un mayor rendimiento con el uso de acolchados. También indican que los rendimientos pueden ser 2 a 5 veces mayor con acolchado plástico para algunos cultivos, lo que se apoya con los resultados del presente estudio.

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se realizaron estos ensayos se puede concluir que:

- En suelo acolchado se registró una significativa mayor precocidad a cosecha con relación al testigo. Asimismo se registró una mayor producción precoz y total por efecto de acolchado.

- El APA indujo una mayor temperatura máxima, mínima y media del suelo en el promedio de todas las temperaturas durante los primeros 50 días del ciclo del cultivo. En la grafica de regresión se observa que el mayor rendimiento se registró en el APA, cuando este presenta una temperatura media de 26 a 27°C.
- La fotosíntesis por planta se correlacionó positivamente con el rendimiento precoz y rendimiento total, es decir, la fotosíntesis y la humedad relativa influyen en el rendimiento, sin embargo la transpiración y la conductancia estomática no influye en el rendimiento del cultivo.
- El peso fresco por planta, área foliar por planta y peso seco por planta se relacionaron con la producción precoz con valores de R^2 de 0.97, 0.97 y 0.94, respectivamente. Una tendencia similar se presentó con el rendimiento total con valores de R^2 de 0.98, 0.99 y 0.99, respectivamente.

APENDICE

Cuadro 3. Promedio de temperaturas mínimas, medias y máximas, de los 10, 20, 30, 40 y 50 días después de la siembra, y temperatura media de los 50 días, en el cultivo de melón primavera-varano. CIQA 2006

Trat.	Temperatura a los 10 días después de la siembra			Temperatura a los 20 días después de la siembra			Temperatura a los 30 días después de la siembra		
	Tmax	Tmin	Tmed	Tmax	Tmin	Tmed	Tmax	Tmin	Tmed
APA	33.25 a	20.97 a	26.59 a	33.72 a	20.70 a	26.78 a	34.78 a	22.36 a	27.81 a
APN	29.17 b	20.46 a	24.72 b	31.99 ab	20.48 a	25.23 ab	31.15 ba	22.44 a	26.57 a
APL	24.70 d	20.69 a	22.84 c	24.95 c	20.49 a	22.93 c	26.88 c	22.15 a	24.49 b
APB	27.28 c	19.65 a	23.36 bc	27.46 bc	19.47 a	23.49 bc	29.81 bc	21.04 a	25.03 b
TES	24.75 d	16.14 b	20.07 d	25.59 c	15.20 b	20.33 d	28.14 bc	18.83 b	23.02 c
DMS	1.09	1.65	1.5	5.3	2.35	1.82	3.93	2.17	1.42

Tratamientos con la misma literal en cada columna son iguales entre sí, DMS ($P \leq 0.05$)

Continuación del Cuadro 3

Trat.	Temperatura a los 40 días después de la siembra			Temperaturas a los 50 días después de la siembra			Temperatura media de los 50 días		
	Tmax	Tmin	Tmed	Tmax	Tmin	Tmed	Tmax	Tmin	Tmed
APA	30.89 a	20.26	26.05 a	28.58	21.35 a	25.16 a	32.24 a	21.13 a	26.48 a
APN	28.85 b	19.94	25.21 a	27.16	21.23 a	20.40 ab	29.66 ab	20.91 a	25.23 a
APL	26.91 c	19.12	23.76 b	32.43	20.24 ab	24.28 b	27.17 bc	20.54 a	23.66 b
APB	27.35 bc	18.73	23.75 b	32.25	19.07 bc	23.25 c	28.81 bc	19.59 a	23.77 b
Testigo	27.29 bc	18.07	22.22 c	26.11	17.96 c	21.66 d	26.38 c	17.24 b	21.46 c
DMS	1.7	NS	1.24	NS	1.65	0.82	3.24	1.78	1.28

Tratamientos con la misma literal en cada columna son iguales entre sí, DMS ($P \leq 0.05$); NS = No significativo

Cuadro 4. Días de emergencia y floración, longitud de tallo y área foliar a los 30, 45 y 60 días después de la siembra en el cultivo de melón, ciclo primavera-verano. CIQA 2006

Trat.	Días de emergencia	Días de floración	Longitud de tallo (m)				Área foliar (cm ²)			
			30 dds	45 dds	60 dds	Prom.	30 dds	45 dds	60 dds	Prom.
APA	5.5 b	33.00 c	0.212 ab	0.65 bc	1.59 a	0.82 a	359.5 a	2580.3 b	8919	3952.8 a
APN	5.5 b	32.75 c	0.275 a	0.83 a	0.94 bc	0.68 a	337.5 a	3494.3 a	8011	3947.5 a
APL	6.5 b	34.50 b	0.245 a	0.79 ab	1.30 ab	0.78 a	195.7 b	2887.5 b	8532	3871.8 a
APB	6.5 b	34.75 b	0.125 bc	0.57 c	1.41 ab	0.71 a	205.7 b	1792.8 c	7867	3288.5 a
Testigo	9.0 a	37.25 a	0.097 c	0.14 d	0.70 c	0.18 b	40.80 c	461.00 d	4740	1275.4 b
DMS	1.2	1.15	0.1	0.16	0.57	0.22	103.4	573.72	NS	1551.5

Tratamientos con la misma literal en cada columna son iguales entre sí, DMS ($P \leq 0.05$); NS = No significativo

Cuadro 5. Peso seco y peso fresco de la planta a los 30, 45 y 60 días después de la siembra, y rendimiento precoz y total en el cultivo de melón, ciclo primavera-verano. CIQA 2006

Trat.	Peso fresco de la planta (kg)				Peso seco de la planta (kg)				Rendimiento (t ha ⁻¹)	
	30 dds	45 dds	60 dds	Prom.	30 dds	45 dds	60 dds	Prom.	Precoz	Total
APA	0.0312 a	0.2762 b	1.220	0.5095 a	0.004 a	0.026 ab	0.048 ab	0.026 ab	42.19 a	127.53 a
APN	0.0285 a	0.3875 a	0.977	0.4647 a	0.003 a	0.033 a	0.063 a	0.033 a	39.67 a	116.28 a
APL	0.0170 b	0.3112 b	1.042	0.4570 a	0.002 b	0.029 a	0.057 a	0.029 a	34.85 a	120.15 a
APB	0.0180 b	0.2050 c	1.025	0.4160 a	0.002 b	0.018 b	0.033 b	0.018 b	41.54 a	124.28 a
Testigo	0.0037 c	0.0500 d	0.820	0.1470 b	0.001 c	0.007 c	0.014 c	0.008 c	00.00 b	37.63 b
DMS	0.0093	0.0667	NS	0.1911	0.001	0.008	0.016	0.008	28	23.2

Tratamientos con la misma literal en cada columna son iguales entre sí, DMS ($P \leq 0.05$); NS = No significativo

Cuadro 6. Información adicional del peso seco del tallo y peso seco de la hoja a los 30 y 45 días después de la siembra en el cultivo de melón, ciclo primavera-verano. CIQA 2006

Trat.	Peso seco del tallo (kg)				Peso seco de la hoja (kg)			
	30 dds	45 dds	60 dds	Prom.	30 dds	45 dds	60 dds	Prom.
APA	0.0028 a	0.0085 bc	0.0141 bc	0.0085 bc	0.0006 ab	0.0173 a	0.0339 a	0.0173 a
APN	0.0025 ab	0.0127 a	0.0229 a	0.0127 a	0.0008 a	0.0205 a	0.0403 a	0.0205 a
APL	0.0016 c	0.0101 b	0.0186 ba	0.0101 b	0.0004 bc	0.0192 a	0.0379 a	0.0192 a
APB	0.0018 bc	0.0064 c	0.0110 c	0.0064 c	0.0004 bc	0.0113 b	0.0222 b	0.0113 b
Testigo	0.0007 d	0.0015 d	0.0023 d	0.0015 d	0.0003 c	0.0060 b	0.0117 b	0.0060 b
DMS	0.0009	0.0025	0.0047	0.0025	0.0003	0.0058	0.0117	0.0058

Tratamientos con la misma literal en cada columna son iguales entre sí, DMS ($P \leq 0.05$)

Cuadro 7. Datos de las variables fisiológicos evaluados a los 30 días después de la siembra, en el cultivo de melón con acolchado plástico, en el ciclo primavera-verano. CIQA 2006

Trat.	RFA $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$	Temperatura del aire $^{\circ}\text{C}$	Humedad relativa %	Fotosíntesis neta $\mu\text{mol CO}_2 \text{m}^2 \text{s}^{-1}$	Fotosíntesis por planta $\mu\text{mol CO}_2 \text{s}^{-1}$	Conductancia estomática cm s^{-1}
APA	1758.1 a	33.3898 ab	68.1 a	9.098	0.0090 a	3.31
APN	1482.1 b	32.4210 b	65.2 ab	7.153	0.0077 ab	3.20
APL	1820.2 a	33.9235 a	68.4 a	8.460	0.0059 b	3.15
APB	1836.5 a	33.5498 a	67.6 ab	7.045	0.0065 b	3.40
Testigo	1839.2 a	33.8405 a	62.8 b	7.410	0.0010 a	3.52
DMS	262.22	1.04	4.95	NS	0.0093	NS

Tratamientos con la misma literal en cada columna son iguales entre sí, DMS ($P \leq 0.05$); NS = No significativo

Cuadro 8. Datos de las variables fisiológicos evaluados a los 45 días después de la siembra, en el cultivo de melón con acolchado plástico, en el ciclo primavera-verano. CIQA 2006

Trat.	RFA $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$	Temperatura del aire $^{\circ}\text{C}$	Humedad relativa %	Fotosíntesis neta $\mu\text{mol CO}_2 \text{m}^2 \text{s}^{-1}$	Fotosíntesis por planta $\mu\text{mol CO}_2 \text{s}^{-1}$	Conductancia estomática cm s^{-1}
APA	1963.2 a	33.2525 a	41.37 ab	8.204 ab	0.095 b	1.55 b
APN	1677.5 b	32.0223 b	41.75 ab	7.435 ab	0.146 ab	1.62 b
APL	1827.5 ab	34.1533 a	37.37 a	7.141 b	0.141 ab	1.40 b
APB	1883.8 ab	34.2378 a	38.10 b	6.210 b	0.111 b	1.32 b
Testigo	1978.4 a	33.4985 a	46.05 a	11.46 a	0.030 c	2.12 a
DMS	244.36	1.08	7.39	4.03	0.106	0.45

Tratamientos con la misma literal en cada columna son iguales entre sí, DMS ($P \leq 0.05$); NS = No significativo

Cuadro 9. Datos de las variables fisiológicas evaluados a los 60 días después de la siembra, en el cultivo de melón con acolchado plástico, en el ciclo primavera-verano. CIQA 2006

Trat.	RFA $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$	Temperatura del aire $^{\circ}\text{C}$	Humedad relativa %	Fotosíntesis neta $\mu\text{mol CO}_2 \text{m}^2 \text{s}^{-1}$	Fotosíntesis por planta $\mu\text{mol CO}_2 \text{s}^{-1}$	Conductancia estomática cm s^{-1}
APA	1975.45	32.3063 ab	40.02 ab	10.808 ab	0.869	2.25
APN	1930.53	31.7155 b	46.10 a	12.303 ab	0.752	2.65
APL	1945.18	32.7215 a	42.40 ab	12.977 a	0.578	2.25
APB	1918.10	32.9733 a	41.20 ab	10.889 ab	0.849	2.15
Testigo	1940.85	33.2090 a	37.22 b	7.979 b	0.599	1.90
DMS	NS	0.97	8.47	4.54	NS	NS

Tratamientos con la misma literal en cada columna son iguales entre sí, DMS ($P \leq 0.05$); NS = No significativo

Cuadro 10. Datos de las variables fisiológicas evaluados a los 75 días después de la siembra, en el cultivo de melón con acolchado plástico, en el ciclo primavera-verano. CIQA 2006

Trat.	RFA $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$	Temperatura del aire $^{\circ}\text{C}$	Humedad relativa %	Fotosíntesis neta $\mu\text{mol CO}_2 \text{m}^2 \text{s}^{-1}$	Fotosíntesis por planta $\mu\text{mol CO}_2 \text{s}^{-1}$	Conductancia estomática cm s^{-1}
APA	1937.10	31.9520	41.300	14.535	ND	2.525
APN	1890.00	32.3890	39.475	10.821	ND	2.475
APL	1946.38	32.3623	40.275	12.218	ND	2.075
APB	1924.05	32.6063	37.175	10.789	ND	2.000
Testigo	1932.45	32.6223	39.875	13.687	ND	2.150
DMS	NS	NS	NS	NS	ND	NS

Tratamientos con la misma literal en cada columna son iguales entre sí, DMS ($P \leq 0.05$); ND = No determinado; NS = No significativo

Cuadro 11. Datos de las variables fisiológicas promedios en el cultivo de melón con acolchado plástico, en el ciclo primavera-verano. CIQA 2006

Trat.	RFA promedio $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$	Temperatura del aire promedio $^{\circ}\text{C}$	Humedad relativa promedio %	Fotosíntesis neta promedio $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$	Fotosíntesis por planta promedio $\mu\text{mol CO}_2 \text{ s}^{-1}$	Conductancia estomática promedio cm s^{-1}
APA	1908.46 a	32.725 ab	47.695	10.663	0.243 a	2.208
APN	1745.03 b	32.138 b	48.135	9.428	0.208 a	2.480
APL	1884.80 a	33.290 a	47.118	10.198	0.165 a	2.233
APB	1890.59 a	33.340 a	46.035	8.733	0.248 a	2.218
Testigo	1922.73 a	33.298 a	46.510	10.135	0.097 b	2.420
DMS	88,062	0,8453	NS	2,339	0,1229	<u>NS</u>

Tratamientos con la misma literal en cada columna son iguales entre sí, DMS ($P \leq 0.05$); ND = No determinado; NS = No significativo

BIBLIOGRAFÍA

- Acock, B; Acock, M. C. and Pasterna, K. D. 1990. Interactions of CO₂ enrichment and temperature on carbohydrate production and accumulation in muskmelon leaves J. Amer. Soc. Hort. Sci. 115(4): 525-529.
- Aggie Horticulture, 2000. Reprinted as a special feature in the Plantanswers section by permission of the National Geographic Society. The original publication of Our Vegetable Travelers by Victor R. Boswell appeared in the August, 1949 issue, Volume 96(2) of National Geographic Magazine and is copyrighted by National Geographic Magazine.
- Alexander, P. 1992. Biología. Prentice Hall. New Jersey. Printed in USA: 57-61 p.
- Alvarado, P. y Castillo, H. 1999. Acolchado de suelo, mediante filmes de polietileno. Revista el Agroeconómico de la Fundación Chile. 5-15
- Baticcevic, M. 1997. Efecto de distintos tipos de acolchado de polietileno en la producción de lechuga. Tesis Ing. Agr. Santiago, Universidad de Chile, Fac. Ciencias Agronómicas. 56 p.
- Battikhi A. and Ghawi I. 1987. Muskmelon production under mulch and trickle irrigation in the Jordan Valley. Horticultural Abstracts. 58. (9): 267
- Beadle, C. L ; Long, S. P.; Imbamba, S. K.; Hall, D. C. and Olembo. R. J.. 1985. Photosynthesis in relation to plant production in terrestrial environments. Ticooly Publishing limited. Oxford, England. p.p.156.
- Bhella, H. S. 1988. Effect of trickle irrigation and black mulch on growth, yield and mineral composition of watermelon. HortScience 23(1): 603-604.

- Borrego, E.F.1993. Apuntes del Curso de Fisiotecnia. Sin editar. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", Buenavista, Saltillo, Coahuila. México. 200 p.
- Bringhurst, R. y Voth, V. 1990. Culture and physiological manipulation of California strawberries. Hortscience 25 (8): 889-892.
- Brown, J. E. 1991. The effect of clear and black polyethylene and paper mulches with reemay row covers and their row planting patterns production. Proc. Natl. Agric. Plastic. Cong. The University of Arizona. Tucson, Arizona. Marzo. 27: 84-87.
- Bunce, J. A. 1984. Effects of humidity on photosynthesis. Jour.Exp.Bot. 4 (5): 45-58.
- Burgueño, 1999. La Fertigación en cultivos hortícolas con acolchado plástico. Bursag. S. A. de C. V. Horticultura mexicana. Vol. 3. p. 28 - 54.
- Castaños, C. M. 1993. Horticultura: Manejo simplificado. Primera edición. Universidad Autónoma Chapingo. Dirección General del Patronato Universitario, Chapingo, México. p. 241 - 243.
- Castillo, M. 1998. Efecto de diversos tipos de acolchados plásticos sobre la temperatura del suelo y su influencia sobre el desarrollo de malezas, precocidad y rendimiento de un cultivo de brócoli. Tesis Ing. Agr. Santiago, Universidad de Chile. Fac. Ciencias Agronómicas. 63 p.
- Chermnykh, L. and A. Kosobrukhov. 1988. Effect of environmental factors of optimum temperature on photosynthetic intensity of plant adapted to various conditions. Hort. Abst. 58 (11): 942.

- Converse, R. 1981. The israelí strawberry industry. HortScience. 16(1): 19-22
- Cortés, M. J. M. 2002. Efecto del acolchado plástico de diferentes colores en la fotosíntesis y rendimiento en el cultivo de papa. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coah. Mex. 75 pp.
- Davis, J. M. 1994. Comparison of mulch for fresh market basil production. Hort. Science. 29 (4): 267-268.
- De la Rosa, I. M. 1997. Apuntes de fisiología vegetal.. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", Buenavista, Saltillo, Coahuila. México. 22pp.
- De Santiago, J. y Randolph, H. 1996. Casados con la plasticultura. Productores de Hortalizas. p. 12 - 13.
- Díaz, I. M. G. 1988. Fotosíntesis, conductancia estomática y transpiración del frijol (*Phaseolus vulgaris*) bajo condiciones de campo" Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", Buenavista, Saltillo, Coahuila. Mexico. 45 pp.
- Dwyer, L. M. and D. W. Stewart 1986. Effects of leaf age and position on net photosynthetic rates in maize (zea mays). Agric. For Meteorologic 37: 29-46.
- Dwyer, L.M. and D.W. Stewart 1986. Effects of leaf age and position on net photosynthetic rates in maize (Zea mays). Agric. For Meteorologic 37: 29-46.
- Eichin, R. y Deiser, E. 1991. Paper mulch in cabbage lettuce. Horticultural Abstracts 61:3675

- Eltez, R. y Tüzel, Y. 1994. Efecto de diferentes materiales utilizados en acolchados en acolchamiento de suelo sobre el rendimiento y la calidad de los cultivos de tomate bajo invernadero. *Plasticulture* 103: 23-25.
- Esparza, H. R. 1988. Características cualitativas de los genotipos de melón (*Cucumis melo L.*) en la Comarca Lagunera. Tesis Ingeniero Agrónomo. UAAAN. Torreón, Coahuila México. 43 pp.
- García, V. M. A. C. 1994. Desarrollo y rendimiento del cultivo del melón (*Cucumis melo L.*) híbrido Laguna con diferentes tratamientos acolchados fotodegradables. Tesis Ingeniero Agrónomo. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. 65 pp.
- Gates, D. M. 1980. *Biophysical Ecology*. Springer-Verlang. New York. 611pp.
- 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.
- Graffron, H. 1974. *Fotosíntesis*. CECSA. México, D.F. 85 pp.
- Guenkov, G. 1974. *Fundamentos de la Horticultura Cubana*. Instituto Cubano del Libro. La Habana, Cuba. p. 185 - 190.
- Guerra, H. M. 1997. Evaluación de genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum*) considerando criterios fisiológicos y de rendimiento bajo condiciones de alta temperatura en el invernadero. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", Buenavista, Saltillo, Coahuila. México. 58 pp.

Harris Moran, 2004. <http://www.harrismoran.com/products/melon/table.htm>.
Abril 2005

Hernandez, B. M. A. 1992. Análisis de las variables técnicas y de mercadeo a considerar en la exportación de melón de la Comarca Lagunera. Tesis Ingeniero Agrónomo. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. 75 pp.

Ibarra, J. L. y A. Rodríguez P. 1991. Acolchado de suelos con películas plásticas. Primera edición. Editorial LIMUSA, S.A. de CV. México, D. F. 55 pp.

Ibarra, J. L. 2004. Apuntes de la materia acolchado plástico de la Especialización en Agroplasticultura. CIQA, Saltillo, Coah. Trimestre enero-abril de 2004. 45 pp.

ITESM, 2002. Generalidades de acolchado.
<http://www.qro.itesm.mx/agronomia2/extensivos/DaacolchadoGeneralidades.html>. Diciembre 2006

Jurik, T. W., J. A. Weber and D. M. Gates. 1984. Short-term effects of CO₂ on gas exchange of leaves of Aspen *populus grandidentata* in the field. *Plant Physiology*. 75: 1022-1025.

Kasperbauer, M. J. 1999. Colored Mulch for food crops. *Amer. Chem. Soc. Chemtech*. 29 (8): 45 pp.

Kasperbauer, M. J. y P. G. Hunt. 1986. Colored plastics mulches and tomato morphogenesis. *Proc. Natl. Agr. Plastics Conf. Tucson Arizona in the August, 1986*. 19: 240-248

- Kitano, M; M. Hamakoga. and A. Eguchi. 1993. Control of evaporative demand on transpiring plants. Control algorithm and performance. Hort. Abst. 63(9): 865 p.
- Lamont, Jr., W.J. 1993. Plastic mulches of production of vegetable crops HortTechnology 3:35-39.
- Leñano, F. 1978. Hortalizas de fruto, Cómo?, Cuándo?, Donde? Manual del cultivo maduro. Traducción de Suizo. Editorial Vecchi. Barcelona, España. 223 p.
- Luís, V. E. J. 1994. Efecto de la humedad del suelo bajo condiciones de acolchado y riego por goteo (con cintilla). Tesis Ingeniero agrónomo. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. 74 p.
- Markovskaya, E. Vesilevskaya and Sutulova. 1992. Studies on the temperature dependence of growth and development in cucumbers during early stages of ontogenesis. Horticultural Abstracts 62 (7): 677pp.
- Maroto, B. J. V. 1989. Horticultura Herbácea y Especial. Ediciones Mundi – prensa. 3ª. Edición, revisada y ampliada. Impresa en España.
- Martínez, H. R. 1998. Aspectos importantes en el cultivo del melón (*Cucumis melo L.*). Monografía Ingeniero Agrónomo. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. 77 p.
- Moreno, A. L. E. 1990. Control de malezas con herbicidas en melón en la comarca lagunera. 1er. Día del melonero, INIFAP. SARH. 35 p. México.

- Muñoz, V. G. 1995. Transplante de melón (*Cucumis melo* L.) en diferentes etapas de desarrollo. Tesis Ingeniero Agrónomo. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. 45 p.
- Nederhoff, E. J.; J. Gijzen and F. Vegter. 1989. Measurement and simulation of crop photosynthesis of cucumbers (*Cucumis sativus*) in greenhouse. Horts. Abst. 59 (2): 127 pp.
- Olguín, S. J. F. 2004. Influencia de la temperatura en la zona radical y fotosíntesis del cultivo de pepino con películas plásticas de diversos colores. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista Saltillo, Coahuila. México. 70 p.
- 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. April. 24: 157-161.
- Papaseit, P. J.; Badiola J. y Armengol. 1997, Los Plásticos y la Agricultura. Ediciones de Horticultura, S. L. España. 204 p.
- 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. 53 p.
- Quezada, M. R. 2005. Agroplasticultura en México. Revista ambiente plastico. http://www.ambienteplastico.com/artman/publish/article_255.php. Consultado en diciembre 2006.
- Requist, Breen y Martín. 1982. Effect of polyethylene mulch and summer irrigation regimes on subsequent flowering and Fruiting of "Olympus" strawberry. Journal of the American Society for Horticultural Science 107(2): 373-376

- Robledo, F. y L. Martín, 1988. Aplicaciones de los Plásticos en la Agricultura. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 150 p.
- Sabori, P. R.; Grajeda, G. J.; Chávez, C.M. y Fu, C. A.: 1998. Guía para la producción de cucurbitáceas en la costa de Hermosillo, Sonora. SAGAR, INIFAP-Produce. Folleto Técnico. 139 p. México.
- Sagarpa 2003. Anuario Estadístico de la producción Agropecuario. Región Lagunera Coahuila-Durango. Sistema de información agropecuaria. Cd Lerdo, Dgo. 85 p.
- SAGARPA, 2002. Consultado en noviembre 2006
<http://www.siea.sagarpa.gob.mx/InfOMer/analisis/anmelon.html>
- Salisbury B.F. and Roos F. R. 1992. Fisiología Vegetal. Editorial Interamericana. 1º ed. México, DF. 300p.
- Salvat, 1972. Diccionario Enciclopédico. Salvat. Ed. Barcelona. España. Tomo 8. 2187 p.
- Sarita, V. 1991 Cultivo de Hortalizas en Trópicos y Subtrópicos. Santo Domingo, República Dominicana: Editora Corripio 622 p.
- Schales, F. D. 1994. Response of two muskmelon cultivars to six kinds of plastic mulch. Proc. Nat. Agr. Plastics Congr. 25: 233. University of Kentucky; Lexington, Kentucky. August 1994.
- Serrano C. Z. 1990. Técnicas de invernadero. PAO. Suministros gráficos, S. A. Sevilla España. 130 p.
- Solplas, 2002. Características del Films. Consultado enero 2007.
<http://www.solplast.com/sp/acolchados.htm>.

- Tiscornia, J. R. 1983. Hortalizas de Fruto. Primera edición. Editorial Albatros, Buenos Aires, República de Argentina. 180 p.
- Urquiza, de A. R.; Ortega, D. y Rodes, G. R. 1998. Fisiología vegetal. Editorial Pueblo y Educación. Habana Cuba : 235
- USDA, 2004 Unites States Department of Agriculture. Plants classification. <http://plants.usda.gov/index.html> . December 2006.
- Valadez, L. A. 1997. Producción de Hortalizas. Sexta reimpresión. Editorial LIMUSA, S.A. de C.V. Grupo Noriega editores, México, D.F. 245 p.
- Varela, A. R. J. 2004. Análisis de crecimiento y sendero en el cultivo de melón (*Cucumis melo L.*) con acolchado plástico de colores. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista Saltillo, Coahuila. México. 78 p.
- Zapata, M. 1989. El Melón. Ediciones Mundi -Prensa. Madrid, España. 160 p.
- Zobel, R.W. 1992. Soil environment constraints to root growth . Adv. Soil sci. (19): 27-5 pp.