

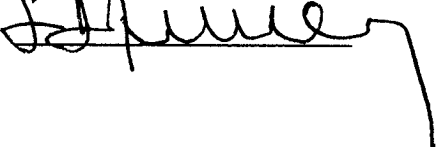
# TESIS CON CARACTER ABIERTO

PROGRAMA: MAESTRÍA EN CIENCIAS EN AGROPLASTICULTURA

---

AUTOR: DANIELA ALVARADO CAMARILLO FIRMA 

TITULO: Melón (Cocumis melo L.) Sobre Acolchado Plástico de Colores, en Condiciones de Campo Abierto y Casa Sombra.

ASESOR: Dr. Luis Ibarra Jiménez FIRMA: 

El Centro de Investigación en Química Aplicada clasifica el presente documento de tesis como ABIERTO.


Un documento clasificado como Abierto se expone en los estantes del Centro de Información para su consulta. Dicho documento no puede ser copiado en ninguna modalidad sin autorización por escrito del Titular del Centro de Información o del Director General del CIQA.

Saltillo, Coahuila, a 6 de septiembre de 2013



Sello de la Institución

Dr. Oliverio Santiago Rodríguez Fernández  
Director General del CIQA

  
CENTRO DE INFORMACIÓN  
07 OCT 2013

**RECIBIDO**

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN QUÍMICA APLICADA**



**PROGRAMA DE POSGRADO EN AGROPLASTICULTURA**

**“Melón (*Cucumis melo L.*) Sobre Acolchado Plástico de Colores, en Condiciones de  
Campo Abierto en Comparación con Casa Sombra”**

**TESIS**

**Presentada por:**

**DANIELA ALVARADO CAMARILLO**

**Para obtener el grado de:**

**MAESTRO EN CIENCIAS EN AGROPLASTICULTURA**

**Saltillo, Coahuila, México.**

**CENTRO DE INFORMACIÓN**  
**07 OCT 2013**  
**RECIBIDO**  
**Septiembre, 2013**

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN QUÍMICA APLICADA**  
**Programa de Maestría en Ciencias en Agroplasticultura**

***TESIS***

**Melón (Cucumis melo L.) Sobre Acolchado Plástico de Colores,  
en Condiciones de Campo Abierto y Casa Sombra**

***Presentada por:***

**DANIELA ALVARADO CAMARILLO**

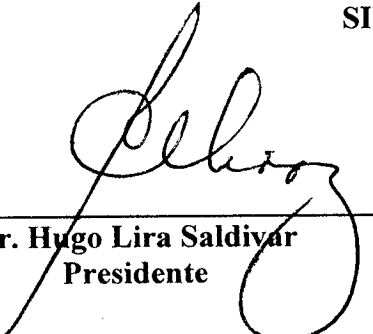
***Para obtener el grado de:***

**Maestro en Ciencias en Agroplasticultura**

***Asesorada por:***

**Dr. Luis Ibarra Jiménez**

**SINODALES**




---

**Dr. Hugo Lira Saldivar**  
**Presidente**



---

**M.C. Rosario Quezada Marin**  
**Secretario**



---

**Dra. Graciela Arias García**  
**Vocal**

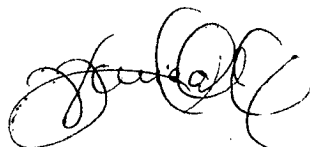
**Saltillo, Coahuila**

**Septiembre, 2013**

## **DECLARACIÓN**

Declaro que la información contenida en la Parte Experimental así como en la Parte de Resultados y Discusiones de este documento y que forman parte de las actividades de investigación y desarrollo realizadas durante el período que se me asignó para llevar a cabo mi trabajo de tesis, será propiedad del Centro de Investigación en Química Aplicada.

Saltillo, Coahuila a 6 de septiembre de 2013



DANIELA ALVARADO CAMARILLO

Nombre y Firma

## **AGRADECIMIENTOS**

### ***AGTSP***

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por otorgarme el apoyo económico con lo cual me permitió realizar mis estudios.

Al Centro de Investigación en Química Aplicada por darme la oportunidad de continuar con mi formación académica.

Al Dr. Luis Ibarra, por haberme aceptado en este proyecto, por su supervisión, evaluación y revisión, por el valioso tiempo brindado para la realización de este proyecto. Gracias

Al Doctor Elizalde por todo su apoyo durante mi estancia en CIQA.

A la Maestra Gladys de los Santos por su apoyo soporte y comprensión durante y para la finalización de este proyecto.

A cada uno de los maestros del departamento de Agroplásticos y polímeros por brindarme sus conocimientos y experiencias profesionales que ayudaron a mi aprendizaje.

Al Dr. Hugo Lira, la Dra. Graciela Arias y la M.C. Rosario Quezada por la revisión del trabajo escrito.

A la Dra. Susana por su apoyo durante la realización del proyecto.

Al Ing. José Ángel por su apoyo durante el análisis nutrimental.

Al departamento de polímeros por permitirme las facilidades para realizar mi trabajo de laboratorio.

Mi más sincero agradecimiento a los trabajadores del departamento de Agroplásticos: MC Eduardo, MC Federico, Ing. Felipe, Sr. Arturo, Sr. Jacobo y Sr. Francisco; así como a mis compañeros Antonio, Eliseo y Alejandro; mi más sincero agradecimiento por su ayuda durante el desarrollo del experimento.

A Lic Nancy y C.P Imelda por proporcionarme siempre las facilidades requeridas durante mi estancia en CIQA.

A mis compañeros de generación: Carlos, Deyanira, Jairo y Humberto por su amistad y compañerismo. Gracias por compartir estos dos años.

A mis amigos Chente, Guimo, Charly, Dalía, Edgar por la amistad, soporte y apoyo.

Al Dr Luis Alonso Valdez por compartir sus conocimientos, su tiempo, su soporte y amistad en todos los aspectos de mi vida.

A mis amigos de siempre: Padma, Pancho, Viru, por siempre acompañarme en cada paso de mis circunstancias, por su amistad incondicional su afecto y cuidado.

A mis hermanos: Jonatan y Josafat; que gracias a ellos, ciertas situaciones en mi vida han sido posibles, gracias por su apoyo.

A mis tías por su apoyo y cariño de siempre durante todas las etapas de mi vida.

Muy especial a Mami, Dadu, Lali, Viru por ser como una familia para mí apoyándome durante los momentos difíciles.

A mis padres: Rodolfo, Julio; por darme la vida y por ser un cómplice y un confidente para mí, por tu afecto, protección, por haber hecho feliz mi vida con tu presencia.

A mi Mamá Gloria que sin su afecto yo no podría realizar muchos momentos de mi vida, por su eterna comprensión, su paciencia, su amor, su apoyo en los proyectos que he emprendido.

Especialmente a HHGPS William S. Henricks por su protección, su guía, su soporte, sus bendiciones y por ser un padre para mí.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	I
<b>INDICE DE CONTENIDO</b>	III
<b>INDICE DE CUADROS</b>	V
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	VII
<b>RESUMEN</b>	I
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	3
1.1 Generalidades del melón	5
1.1.1 Taxonomía y morfología	5
1.2 Requerimientos edafoclimáticos	6
1.2.1 Clima	6
1.2.2 Humedad	6
1.2.3 Luminosidad	6
1.2.3 Suelos	6
1.3 Polinización	7
1.3.1 Tipo de polinización	7
1.3.2 Agente de polinización	7
1.3.3 Movimiento de polen	7
1.4 Material vegetal	7
1.5 Características de los acolchados de colores	8
1.5.1 Acolchados oscuros	8
1.5.2 Acolchados claros	10
1.6 Sistemas de producción de agricultura protegida	12
1.6.1 Acolchado a campo abierto	12
1.6.1.1 Efecto de los acolchados en el ambiente físico y fisiológico	14
1.6.1.2 Luz	14
1.6.1.3 Temperatura	15
1.6.1.4 Humedad relativa	16
1.6.1.5 Transpiración y funciones estomáticas	17
1.6.1.6 Fotosíntesis	19
1.6.1.7 CO <sub>2</sub>	19
1.6.2 Casa sombra	20
1.7 La nutrición en el desarrollo de cultivos	22
1.7.1 Nitrógeno	22
1.7.2 Fósforo	23
1.7.3 Potasio	24
1.7.4 Calcio	25
1.7.5 Otros nutrientes	26
<b>II OBJETIVOS E HIPÓTESIS</b>	28

<b>III</b>	<b>DESARROLLO EXPERIMENTAL</b>	29
	<b>MATERIALES</b>	29
3.1	Localización Geográfica del Sitio Experimental	29
3.2	Características Edafoclimáticas del Sitio Experimental	29
3.2.1	Clima	29
3.2.2	Suelo	30
3.2.3	Calidad del Agua de Riego	30
3.3	Características del Experimento	30
3.3.1	Campo Abierto	31
3.3.2	Casa Sombra	31
3.3.2.1	Polinización de Casa Sombra	31
3.4	Material Genético	31
	<b>MÉTODOS</b>	32
3.5	Establecimiento del Experimento	32
3.5.1	Preparación del Terreno	32
3.5.2	Colocación de Cubiertas para acolchado	32
3.5.3	Siembra	32
3.5.4	Tutorado	32
3.5.5	Deshierbes	33
3.5.6	Aplicación de Agroquímicos	33
3.5.7	Fertilización	33
3.6	Variables Evaluadas	33
3.6.1	Área Foliar	33
3.6.2	Peso Seco de Planta	34
3.6.3	Longitud de Guía Primaria	34
3.6.4	Evaluación de Cosecha	34
3.6.5	Temperatura del Suelo	34
3.6.6	Mediciones Fisiológicas	35
3.6.7	Análisis de Nutrientes	35
3.7	Diseño Experimental	36
3.7.1	Prueba de Tukey	37
<b>IV</b>	<b>RESULTADOS</b>	38
4.1	Área Foliar	38
4.1.1	Peso Fresco de planta	39
4.1.2	Peso Seco de hoja	40
4.1.3	Longitud de Tallo	42
4.2	Unidades Calor	44
4.2.1.	Temperatura del suelo	44
4.2.1.1	Temperatura media del suelo	44
4.2.1.2	Temperatura máxima del suelo	46
4.2.1.3	Temperatura mínima del suelo	47
4.3	Variables Fisiológicas	49



4.4	Análisis Nutricional	54
4.5	Evaluación Rendimiento	55
<b>V</b>	<b>DISCUSIÓN</b>	59
5.1	Área Foliar	59
5.2	Peso Seco	60
5.3	Temperatura	61
5.4	Variables Fisiológicas	62
5.5	Análisis de Nutrientes en Hoja	64
5.6	Rendimiento	65
<b>VI</b>	<b>CONCLUSION</b>	68
<b>VII</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	69

### ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1	Características reflectivas de acolchados de colores.	15
Cuadro 2	Descripción de los tratamientos con acolchados de diferentes colores en el cultivo de melón.	30
Cuadro 3	Comparación de medias para área foliar en la interacción campo abierto y casa sombra en el cultivo de melón en acolchado de diversos colores, ciclo primavera-verano. CIQA 2011.	38
Cuadro 4	Comparación de medias para peso fresco de la planta en la interacción campo abierto y casa sombra en el cultivo de melón en acolchado de diversos colores, ciclo primavera-verano. CIQA 2011.	40
Cuadro 5	Comparación de medias para peso seco de hoja en campo abierto y casa sombra en el cultivo de melón en acolchado de diversos colores, ciclo primavera-verano. CIQA 2011.	41
Cuadro 6	Comparación de medias para peso seco de tallo en campo abierto y casa sombra en el cultivo de melón en acolchado de diversos colores, ciclo primavera-verano. CIQA 2011.	42
Cuadro 7	Comparación de medias para longitud de tallo en la interacción campo abierto y casa sombra en el cultivo de melón en acolchado de diversos colores, ciclo primavera-verano. CIQA 2011.	43
Cuadro 8	Comparación de medias para unidades calor en la interacción campo abierto y casa sombra en el cultivo de melón en acolchado de diversos colores, ciclo primavera-verano. CIQA 2011.	44
Cuadro 9	Comparación de medias para temperatura media de suelo en la interacción campo abierto y casa sombra en el cultivo de melón en acolchado de diversos colores, ciclo primavera-verano. CIQA 2011.	45
Cuadro 10	Comparación de medias para temperatura máxima de suelo en la interacción campo abierto y casa sombra en el cultivo de melón en acolchado de diversos colores, ciclo primavera-verano. CIQA 2011.	47
Cuadro 11	Comparación de medias para temperatura mínima de suelo en la interacción campo abierto y casa sombra en el cultivo de melón en acolchado de diversos colores, ciclo primavera-verano. CIQA 2011.	48
Cuadro 12	Comparación de medias para análisis fisiológicos evaluados a los 35 dds en la interacción campo abierto y casa sombra en el cultivo de melón en acolchado de diversos colores, ciclo primavera-verano. CIQA 2010.	50
Cuadro 13	Comparación de medias para análisis fisiológicos evaluados a los 42 dds en la interacción campo abierto y casa sombra en el cultivo de melón en acolchado	52

	de diversos colores, ciclo primavera-verano. CIQA 2011.	
Cuadro 14	Comparación de medias para análisis fisiológicos evaluados a los 50 dds en la interacción campo abierto y casa sombra en el cultivo de melón en acolchado de diversos colores, ciclo primavera-verano. CIQA 2011.	53
Cuadro 15	Comparación de medias para análisis nutrimentales en hoja en la interacción campo abierto y casa sombra en el cultivo de melón en acolchado de diversos colores, ciclo primavera-verano. CIQA 2011.	54
Cuadro 16	Comparación de medias para rendimiento en la interacción campo abierto y casa sombra en el cultivo de melón en acolchado de diversos colores, ciclo primavera-verano. CIQA 2011.	55
Cuadro 17	Comparación de medias para área foliar del cultivo de melón en acolchado plástico de diversos colores en campo abierto y casa sombra, ciclo primavera-verano. CIQA 2011.	78
Cuadro 18	Comparación de medias para peso seco de hoja del cultivo de melón en acolchado plástico diversos colores en campo abierto y casa sombra, ciclo primavera-verano. CIQA 2011.	78
Cuadro 19	Comparación de medias para peso seco de tallo del cultivo de melón en acolchado plástico de diversos colores en campo abierto y casa sombra, ciclo primavera-verano. CIQA 2011.	79
Cuadro 20	Comparación de medias para unidades calor acumuladas en el cultivo de melón en acolchado de diversos colores en campo abierto y casa sombra, ciclo primavera-verano. CIQA 2011.	79
Cuadro 21	Comparación de la temperatura media del cultivo de melón en acolchado de diversos colores en campo abierto y casa sombra, ciclo primavera-verano. CIQA 2011.	80
Cuadro 22	Comparación de medias para temperatura máxima del cultivo de melón en acolchado plástico de diversos colores en campo abierto y casa sombra, ciclo primavera-verano. CIQA 2011.	80
Cuadro 23	Comparación de medias para temperatura mínima del cultivo de melón en acolchado plástico de diversos colores en campo abierto y casa sombra, ciclo primavera-verano. CIQA 2011.	81
Cuadro 24	Comparación de medias para variables fisiológicas evaluados a los 35 dds en cultivo de melón en acolchado plástico de diversos colores en campo abierto y casa sombra, ciclo primavera-verano. CIQA 2011.	81
Cuadro 25	Comparación de medias para variables fisiológicas evaluados a los 42 dds en cultivo de melón en acolchado plástico de diversos colores en campo abierto y casa sombra, ciclo primavera-verano. CIQA 2011.	82
Cuadro 26	Comparación de medias para variables fisiológicas evaluados a los 50 dds en cultivo de melón en acolchado plástico de diversos colores en campo abierto y casa sombra, ciclo primavera-verano. CIQA 2011.	82
Cuadro 27	Comparación de medias para análisis nutrimentales en hoja evaluados en el cultivo de melón en acolchado plástico de diversos colores en campo abierto y casa sombra, ciclo primavera-verano. CIQA 2011.	83
Cuadro 28	Comparación de medias para rendimiento y peso fresco vegetativo en el cultivo de melón en acolchado plástico de diversos colores en campo abierto y casa sombra, ciclo primavera-verano. CIQA 2011.	83

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Comportamiento del área foliar (AF) en tres fechas de muestreo durante el crecimiento de cultivo de melón en los Ambientes CS y CA	39
Figura 2	Comportamiento de longitud de tallo (LT) en tres fechas de muestreo durante el crecimiento de cultivo de melón en los Ambientes CS y CA.	43
Figura 3	Comportamiento de Temperatura media en las fechas de muestreo durante el crecimiento de cultivo de melón en los Ambientes CS y CA.	46
Figura 4	Comportamiento de Temperatura máxima en las fechas de muestreo durante el crecimiento de cultivo de melón en los Ambientes CS y CA.	47
Figura 5	Comportamiento de Temperatura mínima en las fechas de muestreo durante el crecimiento de cultivo de melón en los Ambientes CS y CA	49

## RESUMEN

El presente estudio se realizó con el fin de comparar el efecto del uso de acolchado plástico (AP) de colores en dos ambientes: campo abierto (CA) y casa sombra (CS) en el cultivo del melón. Las variables analizadas fueron: área foliar, biomasa fresca y seca, longitud de tallo, unidades calor, temperatura de suelo, variables fisiológicas: radiación fotosintéticamente activa (RFA), temperatura de la hoja, CO<sub>2</sub>, contenido intracelular de CO<sub>2</sub> (CINT), fotosíntesis, conductividad estomática (CE) y transpiración; contenido de macro y micro nutrientes en el tejido vegetal y rendimiento. La hipótesis planteada fue que el AP en conjunto con malla sombra generara incrementos en el crecimiento del cultivo reflejándose en un mayor rendimiento y precocidad, con respecto al campo abierto. Se sembró el híbrido de melón (*Cucumis melo* L.) Expedition F1, en mayo del 2011 en la Estación Experimental del Centro de Investigación en Química Aplicada. Los tratamientos evaluados fueron: acolchado plástico verde (APV), aluminio (APA), plata (APP), blanco/negro (APBN) y acolchado negro (APN); los cuales fueron distribuidos en los dos ambientes. El diseño experimental empleado fue en bloques completos al azar completos con tres repeticiones, para el análisis de ambos ambientes se aplicó el análisis estadístico de bloques al azar bifactorial.

Los resultados obtenidos indican que el área foliar fue mayor ( $p \leq 0.05$ ) en el APBN en ambos ambientes a los 35 dds al igual que el APNN a los 50 dds en relación con el APA en ambos fechas de medición, el resto de los tratamientos con AP tuvieron un comportamiento similar en el área foliar. La CS produjo significativamente ( $p \leq 0.05$ ) una mayor área foliar que el CA a los 35, 42 y 50 dds, siendo la interacción entre ambientes y los colores de acolchados no significativa. La biomasa fresca de hoja a los 50 dds fue mayor en el APNN respecto al resto de los tratamientos acolchados, las plantas en CA registraron un peso fresco superior ( $p \leq 0.05$ ) al de CS en tales muestreos; ambos ambientes tuvieron un comportamiento similar en peso fresco a los 35 y 42 dds. La biomasa seca de tallo para el color de los acolchados plásticos fue diferente solo a los 35 dds en CS; en cambio no hubo una clara respuesta de las plantas en CA respecto a las de CS en la expresión de dicho carácter en las tres fechas de medición. Respecto a la longitud de tallo, los AP mostraron significancia estadística a los 35 dds siendo el APV el que registró el mayor valor a los 35 dds y el APA registró el menor

valor, la CS reportó significancia estadística ( $p \leq 0.05$ ) respecto a la longitud del tallo en las tres fechas de medición. Al comparar la temperatura media del suelo, los datos señalan que fue superior en CS en comparación con el CA, sin embargo, la temperatura máxima tuvo un comportamiento inverso siendo mayor en CA que en CS. La temperatura mínima de suelo tuvo un comportamiento similar a la temperatura media siendo mayor en CS que en CA. No hubo una respuesta de los AP sobre las variables fisiológicas indicadas anteriormente a los 35, 42 y 50 dds. La CS a los 35, 42 y 50 dds registró una RFA menor que en CA. La conductancia estomática y transpiración fueron mayores ( $p \leq 0.05$ ) en CA que en CS a los 35, 42 y 50 dds. En la respuesta a extracción nutrimentos por el follaje los tratamientos con AP tuvieron una respuesta similar, excepto del Ca y Fe que tuvieron un comportamiento diferente. Las plantas en CS extrajeron una mayor cantidad del total de nutrimentos que en CA, excepto de Fe, donde se detectó una extracción similar.

Los tratamientos acolchados tuvieron una respuesta similar en biomasa fresca, rendimiento comercial y rendimiento total, lo que significa que no hubo una respuesta positiva de los AP en la expresión de esas variables. La interacción entre los dos ambientes y el color del AP no resultó en diferencias significativas, excepto en la temperatura mínima del suelo a los 50 dds y para el elemento Ca. La casa sombra efectivamente modifica el microclima influyendo en los parámetros fisiológicos ya indicados, del área foliar y la longitud de planta. Si bien en campo abierto cumple con los requerimientos de cultivo de melón, el cultivo en CS no ha sido ampliamente estudiado, por lo tanto, se puede evaluar otro tipo de mallas y niveles de luminosidad para determinar si es posible obtener una mayor precocidad y rendimiento en este cultivo con y sin AP.

## I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años la Agricultura en México ha evolucionado a pasos agigantados, de acuerdo a cumplir con el estándar exigido por el mercado hacia los productores hortícolas siendo estos cada vez mayores. De tal manera los productores buscan las nuevas tendencias para avanzar en la competitividad con las exigencias de un mercado en cuanto a calidad, costos, inversiones, mano de obra y beneficios en la aplicación de una agricultura más remunerable.

Para tal objetivo la Agricultura protegida, es decir bajo una cubierta de protección ya sea a campo abierto o en un ambiente completamente protegido y totalmente controlado ha crecido de manera exponencial en los últimos años. Con lo cual se ha ido desarrollando una agricultura comercial en la que se plantea mejorar la producción de hortalizas bajo una cubierta de protección. Es decir; en el campo de los cultivos hortícolas se está teniendo una tendencia hacia la producción anticipada y en condiciones diferentes a campo abierto, por lo que se han utilizado sistemas de estructuras de protección de los cultivos para de tal manera forzar así, su desarrollo con acolchado plástico, invernaderos o casas sombra.

La Agricultura Protegida ha crecido exponencialmente predominando los acolchados plásticos, la casa sombra y los invernaderos de baja tecnología, la cual tiene como ventaja proporcionar al cultivo un ambiente protegido de las inclemencias climatológicas, plagas y enfermedades sobre la agricultura convencional a campo abierto.

Los acolchados plásticos a campo abierto, como cubierta de protección en cultivos hortícolas modifican la temperatura en suelo, su microclima, la absorción óptima de nutrientes; evitando el ataque de plagas y enfermedades, por tanto, mayormente generan altas producciones de cultivos comerciales en temporadas tempranas. El invernadero, es una construcción alta, herméticamente cerrada con materiales transparentes, diseñadas para cultivar o proteger temporalmente o permanentemente las plantas. El techo puede estar cubierto por plástico, vidrio, fibra de vidrio, o láminas corrugadas de policarbonato, pudiendo incluir aberturas para una ventilación pasiva. Estos sistemas traen consigo un aumento en la calidad y los rendimientos, ahorro de agua y por tanto de fertilizantes, mejor control en insectos y plagas, precocidad en frutos obteniendo producciones altas fuera de la temporada y

con la posibilidad de más de un ciclo de cultivo, sin embargo, la inversión es alta, en el caso de invernadero, tiene costos operativos elevados y requiere de un manejo adecuado y especializado.

La casa sombra es otra alternativa mucho más económica que protege a la planta de la radiación solar directa reduciendo los riesgos de la planta por esta, al mismo tiempo que con distintos grados de luminosidad se puede lograr de acuerdo al cultivo una respuesta máxima para obtener mayores rendimientos y calidad del fruto en comparación de campo abierto.

En cuanto a la Casa sombra e Invernadero por obvias razones la primera es una estructura ligera y menos costosa, siendo el invernadero una estructura más compleja con mayores alturas, mayor tecnología, mayores implementos para su instalación y mucho más costosa. A comparación de Campo abierto con uso de acolchados el beneficio en Malla sombra es obviamente por demás ventajoso debido a las características que presenta para lograr un mejor rendimiento en el cultivo. Por ello, muchos productores han incrementado notablemente el uso de esta, ya que la construcción de invernaderos es una inversión importante y debe analizarse cuidadosamente, por ello se debe considerar el uso de nuevos diseños en agricultura protegida para las diversas necesidades del cultivo, ya que en nuestro país existen diferentes condiciones de temperatura y humedad que favorecen el desarrollo de una amplia variedad de cultivos. Este potencial se puede aprovechar con mayor utilidad; si se usan materiales adecuados para ello.

Para ciertas regiones, como las zonas áridas, donde la radiación solar es alta, con un clima seco, la casa sombra previene el efecto del viento, reduce la evaporación y la transpiración de las plantas, golpes de sol, evitando el ingreso de los insectos que muchas veces son portadores de enfermedades. Además que su instalación reduce la aplicación de productos agroquímicos, aprovechando su espacio vertical para el crecimiento adecuado de algunas variedades indeterminadas. De tal manera que ésta es una alternativa muy eficiente para la mejora de la producción de cultivos de la región.

La mayoría de la superficie cultivada con agricultura protegida es malla o casa sombra con un 51% (SAGARPA 2008). De igual manera según la misma fuente, los cultivos mayormente en estos ambientes son jitomate con un 38%, pimiento morrón 16%, pepino 11%, ornamentales 2%, melón 1% y otros cultivos con un 33%. A nivel nacional, la superficie cosechada de melón es de 21,500 hectáreas y se producen más de 543 mil toneladas. La

Región Lagunera destaca como la zona melonera más importante del país con una superficie anual promedio de más de 5,300 hectáreas y una producción de 115,000 toneladas. Mapimí es el municipio con mayor superficie y producción en la región con una superficie cosechada, en el año 2007, de 1,817 hectáreas y una producción de 42,183 toneladas (SAGARPA - Laguna, 2008). El estado de Coahuila es uno de los principales productores de cultivo de melón y no existen estudios que comparen un cultivo a campo abierto con cubierta plástica y bajo casa sombra en éste cultivo.

De acuerdo a las ventajas que se pueden obtener de una cubierta plástica a campo abierto y casa sombra, se realizó un estudio para observar los rendimientos generados por este cultivo bajo estos dos ambientes, bajo diferentes tipos de colores de cubiertas para acolchado, tanto fuera como dentro de la casa sombra. Y al ser una fuente de ingresos significativa y un cultivo comercial de alta importancia en el estado se realizó este estudio para contribuir en la mejora de producciones de mayores rendimientos, mayor calidad y precocidad.

## **ANTECEDENTES O REVISION BIBLIOGRÁFICA**

### **1.1 Generalidades del Melón**

El cultivo del melón es una planta anual, originaria de Asia occidental y África, se cultiva para el aprovechamiento de los frutos que poseen un sabor delicioso, delicado y apetecido, especialmente en la época de mucho calor, presentan diferentes tipos de pulpa desde color naranja, verde y salmón. Los frutos son normalmente redondos u ovalados con cáscara lisa o reticulada, los frutos pueden pesar entre 2.0 lb. a 6.0 lb. Se siembra en zonas principalmente costeras y marginales donde las temperaturas ascienden los 25°C (Casaca, 2005).

#### **1.1.1 Taxonomía y morfología**

Familia: *Cucurbitaceae*

Nombre científico: *Cucumis melo*

Flor: las flores son solitarias, de color amarillo y pueden ser masculinas, femeninas o hermafroditas. Las masculinas suelen aparecer en primer lugar sobre los entrenudos más bajos, mientras que las femeninas y hermafroditas aparecen más tarde en las ramificaciones de



segunda y tercera generación, aunque siempre junto a las masculinas. La polinización es entomófila; la realizan los insectos, principalmente abejas (Casaca, 2005).

## **1.2 Requerimientos edafoclimáticos**

### **1.2.1 Clima**

El clima en el que mejor se desarrolla el cultivo de melón, es el cálido para las regiones de Centroamérica y el Caribe, a pesar que existen ciertos híbridos adaptados a climas templados. El rango de altitud del cultivo es entre los cero metros hasta los mil metros sobre el nivel del mar, temperaturas ambientales entre los 18°C y los 25°C se necesitan para producir frutos sólidos y de buen sabor, necesita que existan temperaturas durante el día de 25°C y durante la noche temperaturas de 15°C, un mes antes de la maduración de los frutos, es deseable baja humedad relativa y con ausencia de lluvias.

### **1.2.2 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.

### **1.2.3 Luminosidad**

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.

### **1.2.4 Suelos**

La planta de melón no es muy exigente en suelo, pero da mejores resultados en suelos ricos en materia orgánica, profundos, mullidos, bien drenados, con buena aireación y pH

comprendido entre 6 y 7. Si es exigente en cuanto a drenaje, ya que los encharcamientos son causantes de asfixia radicular y podredumbres en frutos (Casaca, 2005)

Sin embargo, es una especie de moderada tolerancia a la salinidad tanto del suelo (CE de 2.2 dSm<sup>-1</sup>) como del agua de riego (CE de 1.5 dSm<sup>-1</sup>), aunque cada incremento en una unidad sobre la conductividad del suelo dada supone una reducción del 7.5% de la producción. Es muy sensible a las carencias, tanto de micro elementos como de macro elementos.

### **1.3 Polinización**

#### **1.3.1 Tipo de polinización**

La polinización es cruzada. Al ser una planta monoica, necesita de polinizadores para la transportación de los granos de polen hacia los ovarios y aunque algunas veces se presentan flores hermafroditas, estas tienen un porcentaje bajo de autopolinización o son incapaces de auto polinizarse (McGregor, 1976; Rashid y Singh, 2000; Chávez, 2001)

#### **1.3.2 Agente de polinización**

Los agentes de polinización son principalmente los insectos de la familia Apidae, (*Apis mellifera* L. y *Bombus* spp.) y en menor grado especies del género *Xylocopa* Latreille (McGregor, 1976; Silva y colaboradores, 1999; Araújo y colaboradores, 2004; Animal and Plant Health Inspection Service, 2012).

#### **1.3.3 Movimiento de polen**

El movimiento del polen es posible sólo por transporte de insectos, ya que el polen es muy pesado y largo para ser transportado por viento (McGregor, 1976; Chávez, 2001)

### **1.4 Material Vegetal**

Principales criterios de elección:

- Exigencias de los mercados de destino.
- Características de la variedad comercial: vigor de la planta,
- Características del fruto y resistencias a enfermedades.
- Ciclos de cultivo y alternancia con otros cultivos.

Existen diversidad de cultivares utilizados para la siembra tradicional y mejorados los cuales se pueden usar de igual manera a campo abierto o en un ambiente protegido.

Las semillas mejoradas tienen la capacidad de mejorar sus características de resistencia a enfermedades, a una mayor precocidad y un potencial de producción mayor.

De acuerdo a lo anterior cada cultivar se comporta de distinta manera según los lugares y las características edafoclimáticas en estos. De tal manera hay que tenerlos bajo observación y evaluaciones de manera constante.

Los tipos de melones más importantes son:

Melón amarillo, melones verdes; dentro de este grupo existen tres tipos: Piel de sapo, Rochet y Tendral. Los melones tipo Rochet, Melones Cantaloup, melón Honeydew, melones Galia, melones de larga conservación, los cuales presentan básicamente tres ventajas: alto contenido en azúcar y excelente calidad de pulpa (sólida y no vitrescente), se adaptan bien al transporte. Se puede hablar de marcas de melón larga vida de calidad reconocida y demandada por los mercados extranjeros, que agrupan la producción de varias empresas de origen para vender en destino. De igual manera de cada cultivar puro se han realizado cruces para obtener el material mejorado o híbrido los cuales aseguran una mayor protección en virus o enfermedades, ya sea para su uso en campo abierto o en ambiente protegido (Casaca, 2005).

### **1.5 Características de los acolchados de colores**

El color del acolchado determina el comportamiento de la energía reflejada y su influencia alrededor del microclima de la planta. El color determina la temperatura de la superficie del acolchado y las temperaturas del suelo subyacente (Berardocco, 2011).

#### **1.5.1 Acolchados Oscuros**

El acolchado consiste en cubrir el suelo generalmente con una película de polietileno negro de unas 200 galgas, con objeto de: aumentar la temperatura del suelo, disminuir la evaporación de agua, impedir la emergencia de malas hierbas, aumentar la concentración de CO<sub>2</sub> en el suelo, aumentar la calidad del fruto, al eludir el contacto directo del fruto con la humedad del suelo. La aplicación del plástico puede realizarse antes de la plantación, o después para evitar quemaduras en el tallo (Casaca, 2005).

La temperatura del suelo bajo un acolchado plástico depende de las propiedades térmicas (reflectividad, capacidad de absorción o transmitancia) y ópticas de un material en particular. El acolchado negro es un absorbente de un cuerpo negro opaco y longitudes de onda visibles, radiación solar y re irradia la absorción de energía en forma de radiación térmica o radiación infrarroja, longitud de onda larga. Gran parte de la radiación absorbida por el acolchado negro se pierde en la atmosfera a través de la radiación y la convección forzada. La eficiencia con el acolchado negro es que incrementa la temperatura del suelo y puede ser mejorado mediante la optimización de las condiciones para transferir el calor desde el acolchado hacia el suelo. Debido a que la conductividad térmica del suelo es absorbida relativamente por el acolchado plástico puede transferir hacia el suelo por conducción el calor si es que hay un buen contacto entre el acolchado plástico y la superficie del suelo (Lament, 1993).

El crecimiento y desarrollo de la vegetación espontánea, es decir de malezas que se origina debajo de los acolchados, dependerá del color de las mismas, es decir de su permeabilidad a la transmisión de la luz solar. Se puede evitar totalmente el crecimiento de malezas utilizando un plástico de color negro, o plástico coextruido bicolor en que una de sus caras sea de color negro. Aquellos plásticos de colores permitirán el desarrollo proporcional de malezas bajo el plástico a mayor paso de luz mayor cantidad de malezas. Así mismo; al aumentar la temperatura se activa la flora microbiana acelerando el proceso de nitrificación. Estos  $\text{NO}_3$  y  $\text{NO}_2$  se conservan por más tiempo en las capas superficiales y medias del perfil, a disposición del cultivo gracias a la reducción de los caudales de riego, impidiendo la lixiviación del nitrógeno. El aumento de la temperatura en los meses de invierno además de favorecer la mineralización del nitrógeno ayuda a la absorción de nutrientes que se ven afectados por la falta o baja temperatura. De igual manera, los acolchados de colores Naranjas y Verdes son semitraslucidos por lo que permiten el paso de la radiación directa del sol en mayor o menor grado dependiendo de la concentración del pigmento, provocando un calentamiento del perfil del suelo en profundidad menor que el transparente y mayor que el negro (Berardocco, 2011).

Acolchados rojos, azules, naranja, verde o amarillo tienen patrones diferentes de reflejar la radiación dentro del follaje de la planta de cultivos como el tomate, lo que afecta su fotosíntesis y/o la morfogénesis de la planta y puede incrementar los rendimientos tempranos,

como fue el caso con un acolchado rojo (Decoteau y *colaboradores*, 1991, 1989). Los colores también pueden afectar el comportamiento de ciertos insectos. El acolchado amarillo y en menor grado el naranja y verdes, atraen el pulgón verde del durazno (George y Kring, 1971; Lament y *colaboradores*, 1990).

Muy ampliamente utilizado, disponible y económico el acolchado negro; tiene una excelente capacidad de supresión de malezas, debido a su opacidad. También útil para el calentamiento del suelo durante la estación de crecimiento. Una investigación en PennState ha demostrado que el suelo bajo acolchado negro puede ser superior 5 grados Fahrenheit a dos pulgadas de profundidad y hasta 3 grados Fahrenheit a 4 pulgadas de profundidad que el suelo desnudo a las mismas profundidades. Esto significa que las plantas pueden ser establecidas antes que en un suelo desnudo, y puede resultar en una maduración más temprana de la fruta. Por ejemplo, los ensayos de *colaboradores* en el Departamento de Agricultura de la Universidad de Auburn indican que el cultivo de okra madura de manera temprana con mayores rendimientos en un acolchado plástico negro que en un suelo desnudo. Acolchado azul y rojo también funcionan bien para okra. Así mismo, el uso de acolchado verde IRT (de transmisión infra roja) ha demostrado que estimula la maduración y los mayores rendimientos de melones en los ensayos de PennState y en la Universidad de New Hampshire, donde el acolchado IRT fue desarrollado (UMass, 2012).

### **1.5.2 Acolchados Claros**

En contraste con los acolchados oscuros, los acolchados plásticos claros, absorben poca radiación solar pero transmite 85% a 95%, con la transmisión relativa dependiendo del espesor y el grado de opacidad del polietileno. La superficie inferior del acolchado plástico claro usualmente está cubierta con gotas de agua condensadas. Esta agua es transparente por la cual entra la radiación de onda corta, pero esta es opaca a la salida de la radiación de longitud larga infrarroja, de manera que gran parte del calor es perdido hacia la atmosfera desde un suelo desnudo por la radiación infrarroja que es retenida por el acolchado plástico claro. Por lo tanto, temperaturas diurnas del suelo bajo un acolchado plástico claro generalmente generan 4.4 a 7.8 °C en un límite superior a dos pulgadas de profundidad y 3.3 a 5.0 °C a cuatro pulgadas en comparación con el suelo desnudo. El acolchado plástico transparente generalmente es usado en regiones frías de Estados Unidos (Lament, 1993).

Los traslucidos son más efectivos que los opacos en el incremento de la temperatura debido a que tienen una transparencia de entre un 80-90% de la radiación recibida. Sin embargo, su uso no es aconsejable en cultivos estivales bajo cobertura ya que podría provocar la muerte de plantas por hipertermia. (Berardocco, 2011) de igual manera menciona que el acolchado Plata/ Negro, asegura un perfecto control de malezas mientras que la reflexión del plata repele los insectos protegiendo la planta, también disminuye la temperatura de suelo aumenta la radiación fotosintética que llega a la planta.

El acolchado Blanco/ Negro, asegura un perfecto control de malezas, el suelo se calienta menos que el negro porque su coloración blanca refleja parte de la radiación, además al refleja los rayos solares disminuyendo la temperatura del suelo aumenta la radiación fotosintética que llega a la planta. Presenta un efecto de disminución de insectos en el envés de las hojas (Berardocco, 2011). Blanco, Blanco sobre negro o acolchado reflectante de color plata puede resultar en una ligera disminución en la temperatura del suelo de 1.1°C a una profundidad de una pulgada o 0.4°C a cuatro pulgadas de profundidad comparados con el suelo desnudo, ya que este reflejo dentro del follaje de la planta proviene en mayor parte de la radiación solar entrante. Estos acolchados son usados para establecer cultivos como la coliflor o tomates en pleno verano, cuando las temperaturas son altas y cualquier reducción en la temperatura del suelo es benéfico (Lament, 1993).

El acolchado blanco puede ser de menor interés ya que enfría el clima sobre la superficie, productores en Massachusetts tienden a mantener las temperaturas del suelo bajas en lugar de calentar el suelo como lo hace el acolchado negro. Los beneficios de un plástico blanco están en mantener a raya las malas hierbas, retener la humedad del suelo y mantener el suelo fresco alrededor de las raíces de los cultivos como el brócoli, repollo y coliflor, de igual manera, el acolchado plata reflectivo es muy útil para disuadir los áfidos y las enfermedades virales que estos conllevan; así como moscas blancas, de acuerdo con investigadores del Centro Agrícola Kearney de California, también; se ha demostrado que reduce el número de escarabajos del pepino presentes en la planta así mismo como en las de calabaza los cuales fueron estudiados en Tech Virginia. Acolchados aluminio o plata han mostrado repeler ciertos áfidos y reducir de esta manera la incidencia de ciertos virus transmitidos por áfidos en cultivos de verano en calabaza (George y Kring, 1971; Lament y colaboradores, 1990).

Un acolchado plata, tiene un potencial de beneficios para los cultivos de pimiento: en la Universidad de PennState, el pimiento fue cultivado con acolchado plata lo que produjo un promedio de 20% más de fruta en los pimientos acolchados con éste color que los que se cultivaron con un acolchado plástico negro (UMass, 2012).

## **1.6 Sistemas de producción en agricultura protegida**

### **1.6.1 Acolchado a campo abierto**

Un estudio realizado para determinar el efecto en rendimiento de diferentes colores de acolchados: transparente, blanco, café, negro, plata/negro y negro/plata así también como el uso de acolchados orgánicos como arroz y rastrojo; siendo el suelo desnudo el tratamiento control; en el híbrido Honeybrew (Sakata), mostraron que todos los colores de acolchados fueron superiores en comparación al acolchado con arroz y rastrojo. Entre los acolchados de colores, la película transparente incrementó el número y peso de los frutos en 34 y 0.727 g con respecto al control. El rendimiento también fue mejorado por el acolchado transparente con 226.05 kg comparado con los acolchados orgánicos y con el control con solo 113.30, 111.50, 100.20 kg / parcela de 10m<sup>2</sup> respectivamente. El plástico transparente y negro suprimió completamente el crecimiento de las malezas (Farías Larios, 1998). El efecto de tres acolchados plásticos: plata / negro, verde térmico fotoselectivo y negro en combinación con una cubierta flotante en una plantación de verano en sandía (*Citrus lanatus*) arrojó como resultado que los acolchados plásticos incrementaron tempranamente y de manera total el rendimiento comercial en comparación con el suelo desnudo de dos cultivares (*Sangria* y *Crimson Jewel*). Aunque el beneficio neto incrementó solamente en *Crimson Jewel*. En contraste, el rendimiento y el beneficio neto fueron los mismos entre los acolchados plásticos (Aranciba y Motsenbocker, 2008).

En otro estudio seis cultivares de sandía (*Citrullus lanatus*) fueron evaluados usando un sistema de riego por goteo usando plásticos de colores (rojo, azul, negro y plata); tres cultivares tuvieron altos rendimientos en el acolchado rojo y negro, mientras el más alto rendimiento fue en el acolchado rojo, uno en azul y otro en plata y azul. En promedio el rendimiento para los seis cultivares, no obtuvo ninguna diferencia para rojo, azul y negro (White, 2003).

Los efectos de plásticos de colores en un estudio (Gordon y *colaboradores*, 2010) para el rendimiento del cultivo de okra (*Abelmoschus esculentus*), consistieron en cinco colores: negro, blanco, rojo, plata y azul con y sin cubierta flotante. Las temperaturas del suelo fueron 4 a 7 °C más bajas que las temperaturas del aire en todos los tratamientos. El uso de los acolchados plásticos oscuros (negro, azul, rojo) generó un incremento temprano y total en el rendimiento comparado con el suelo desnudo, con y sin cubierta flotante. El incremento en la temperatura del aire y suelo siempre está relacionado con el incremento en el rendimiento. Con esto se pudo concluir que el uso de los acolchados plásticos negros son una ventaja para el crecimiento de okra en climas que no tienen primaveras frescas pero la adición del uso de la cubierta flotante no tuvo ningún efecto en su crecimiento y rendimiento.

En un estudio realizado, se ha comparado el efecto de tres acolchados, polietileno negro, plástico negro biodegradable de almidón de maíz y plástico aluminizado fotodegradable, en un cultivo de tomate al aire libre. Las producciones comerciales fueron similares en biodegradable y polietileno (9.2 y 8.6 kg m<sup>-2</sup> respectivamente), superiores a las del aluminizado fotodegradable (6.5 kg m<sup>-2</sup>), tratamiento con mayor incidencia de frutos asolanados. No se observaron diferencias en los parámetros de calidad del fruto. Los acolchados con plásticos aluminizados fotodegradables no parecen aconsejables porque reducen la producción comercial y pueden incrementar el asolanado en frutos, comenta Moreno (Moreno y *colaboradores*, 2009).

Un estudio demuestra que un pepino híbrido fue evaluado bajo distintos colores de película de polietileno en relación al rendimiento y floración obtenida injertado o no por un híbrido de calabaza, las coberturas de colores fueron negro, blanco sobre negro, verde y el suelo desnudo que fue el control. Siendo la película blanco/negro la que obtuvo mayor floración de tal manera todas las coberturas de polietileno favorecieron la floración para las plantas injertadas y no injertadas. Los injertos redujeron la floración con el negro y verde. Los frutos se incrementaron con el uso de los acolchados pero este no influenció a los injertados. La distribución uniforme de floración permaneció durante la fructificación solo por las plantas injertadas y el suelo cubierto con negro o acolchado verde. Ambos, los acolchados y los injertos favorecieron una cosecha temprana. Lo que ocasionó plantas altas pero frutos pequeños y más gruesos los cuales no cumplían con el estándar comercial. La mejor calidad de



frutos y altos rendimientos fueron obtenidos en el acolchado negro y blanco/ negro sin injertar (Fonseca y *colaboradores*, 2003).

### **1.6.1.1 Efecto de los acolchados en el Ambiente físico y fisiológico**

#### **1.6.1.2 Luz**

Se ha reportado que el color del acolchado afecta el crecimiento de pimiento (*Capsicum annuum L.*), al igual que la cantidad y la calidad de la luz reflejada por éste y la temperatura del suelo bajo el acolchado. El trabajo reportado por Kasperbauer y Hunt (1990) señala que los acolchados evaluados fueron negros, rojos, amarillos y blancos, las plantas que crecieron bajo el acolchado rojo fueron más altas. Los acolchados oscuros (negro y rojo) reflejaron menos luz total y más Rojo Lejano (FR) con respecto a la luz roja (R), y las temperaturas registradas por la tarde y noche fueron más calientes que bajo el amarillo y los acolchados blancos. La respuesta del crecimiento de la planta responde al color del acolchado lo cual también fue observado, cuando la diferencia entre las temperaturas de los diferentes acolchados fue minimizada mediante la colocación de paneles de aislamiento entre la superficie del acolchado y el suelo. La sensibilidad de las plantas de pimientos por una alta o baja radiación de luz FR: R, fue demostrada por la exposición de las plantas por 15 min a la luz FR y R al final del periodo fotosintético por 14 días consecutivos en un ambiente controlado. Las plantas que recibieron el FR (radiación alta de FR: R) fueron 51% más altas que las plantas expuestas a la luz R (radiación baja de FR: R). Las respuestas similares de las plantas de pimiento en una diferencia de la radiación FR: R está asociada con el color del acolchado y la luz durante el final del día, lo cual provee evidencia de que el crecimiento de las plantas se ve afectado por los cambios relativamente pequeños en el ambiente de luz inducida por el color del acolchado. Los colores de acolchado afectan la luz existente en el ambiente de la planta acelerando la composición de la longitud de onda y la cantidad de radiación reflejada desde la superficie del acolchado hacia el dosel. Los acolchados claros (blanco y amarillo) reflejaron mayor luz fotosintética y menor radiación FR: R que los acolchados oscuros (negro y rojo). El color de los acolchados en campo no solo afectó el ambiente de la luz de la planta sino también la temperatura de la zona radical bajo el acolchado (Decoteau y *colaboradores*, 1991).

**Cuadro 1.** Características Reflectivas de Acolchados de colores (Decoteau y *colaboradores*, 1991).

**Luz Reflejada (% de radiación incidente)**

Acolchado	PAR	FR:R
Rojo	10.0	1.15
Negro	5.6	1.01
Amarillo	33.0	0.99
Blanco	47.4	0.95

En un estudio realizado los acolchados usados fueron negro, gris, café con transmisión de infrarrojos, IRT café, IRT verde, blanco y blanco /negro (co-extruido). En donde el cultivo de tomate creció durante el primer año y durante el siguiente pepino. El acolchado gris fue degradado substancialmente durante el doble cultivo, solo el 40% de la cama fue cubierta el segundo año, y mostró un incremento en la transmisión de la luz y un decremento en la acumulación de calor (grados-día). Los acolchados: blanco, blanco/ negro, blanco, IRT café e IRT-verde, mostraron menor degradación con un 93%, 91%, 85%, 75% y 61% de cobertura de suelo respectivamente. Sin embargo, su habilidad para el calentamiento del suelo fue significativamente reducida. Estos acolchados pudieron ser usados en un doble cultivo para suprimir las malezas y reducir el uso y disposición de otra cubierta plástica. Sin embargo, estos no podrían proveer un adecuado calentamiento de suelo en etapas tempranas en la temporada de el segundo cultivo (Ngouajio y Ernest, 2005).

### 1.6.1.3 Temperatura

En un estudio se comparó el efecto de tres acolchados, polietileno negro, plástico negro biodegradable de almidón de maíz y plástico aluminizado fotodegradable, en un cultivo de tomate al aire libre y se observaron diferencias significativa en las temperaturas medias del suelo bajo los acolchados (27.8°C en biodegradable, 28.7°C en aluminizado y 31.8°C en polietileno), aunque sin marcado efecto sobre la cosecha (Moreno y *colaboradores*, 2009).

Al evaluar el efecto de siete colores de acolchado plástico en el cultivo de pimiento morrón (*Capsicum annuum* L.) cv. Capistrano, se determinó la temperatura del suelo a 7.5 cm de profundidad en la hora de mayor temperatura del día (16:00 h) la temperatura del suelo generada por los diferentes acolchados es determinante en la respuesta fotosintética, tasa de asimilación neta y acumulación neta de materia, llegando a tener efectos negativos en los

acolchados donde la temperatura del suelo estuvo por arriba de 30 °C. El calentamiento excesivo del suelo, provocado por plásticos como el transparente, afectó negativamente a las plantas, expresándose en menores tasas de crecimiento relativo, asimilación neta y fotosíntesis y disminuyó el rendimiento (Quezada- Martín y colaboradores, 2010).

La temperatura y longitud de las raíces dentro de una cama elevada bajo un acolchado negro, y un residuo de *Vicia villosa* Roth, o en suelo desnudo fueron medidas y correlacionadas con el crecimiento de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). A principio de temporada, antes de que el follaje del tomate fuera muy denso, la temperatura del suelo fue influenciada más por la profundidad vertical en la cama que por la posición horizontal a través de la cama. Las temperaturas máximas de suelo bajo el acolchado negro en promedio fueron de 5.7 y 3.4 °C mayores que en aquellas bajo el acolchado orgánico de *Vicia villosa* a 5 y 15 cm de profundidad respectivamente. Más las horas de temperaturas óptimas para el crecimiento de la raíz (20 a 30 °C) durante las primeras 4 semanas de la temporada, probablemente representó el mayor crecimiento temprano de raíz y brotes y un mayor crecimiento y rendimiento temprano con polietileno negro en residuos de *Vicia villosa* Roth o suelo desnudo. Después del cierre del dosel, la temperatura del suelo bajo el follaje del tomate dentro de la hilera se reduce en promedio de 5.2 y 2.2 cm a 5 y 15 cm de profundidad, respectivamente, comparada con aquellos en el borde exterior de las camas. La mayoría de las raíces de tomate fueron en áreas de la cama cubierta por el dosel de tomate donde las temperaturas en todos los tratamientos mantuvieron en un rango óptimo de 20 a 30 °C casi continuamente. La temperatura del suelo, por lo tanto, no explicó por qué las plantas de tomate en el tratamiento orgánico tenían igual o mayores rendimientos totales que el polietileno negro o tratamientos sin acolchado (Teasdale y Abdul-Baki, 1995).

#### **1.6.1.4 Humedad Relativa**

La humedad relativa óptima para el cultivo de melón es de 90-95%. La humedad relativa alta es esencial para maximizar la calidad poscosecha y prevenir la desecación. La pérdida de agua puede ser significativa a través de las áreas dañadas o maltratadas de la redcilla del fruto. Los períodos prolongados en humedades superiores al intervalo óptimo o la condensación puede estimular el crecimiento de mohos en la superficie o en la cicatriz del pedúnculo (Casaca, 2005).

Un experimento se llevó a cabo para estudiar los efectos del acolchado plástico sobre la temperatura y humedad del suelo sobre el rendimiento de trigo en primavera. Los resultados mostraron que el acolchado podría incrementar la temperatura del suelo con variaciones durante todo su periodo de crecimiento durante la primavera. El acolchado plástico aumentó el agua disponible del suelo por restricción de la evaporación y la elevación de aguas profundas en la capa utilizable por las raíces. El aumento de la temperatura del suelo y el contenido de agua del suelo bajo la película plástica fue favorable para el desarrollo y el uso del agua del trigo en primavera en su etapa más temprana. El desarrollo de las raíces fueron limitadas cuando el acolchado en las etapas tempranas del trigo en primavera disminuyó en el consumo y en la eficiencia del uso del agua, no habiendo efectos significativos en la formación de rendimientos (Wang y *colaboradores*, 2003).

#### **1.6.1.5 Transpiración y Funciones Estomáticas**

Hay dos factores principales, la luz y la conductancia estomática que limitan la tasa fotosintética. Como la cantidad de luz disponible por las gotas de las hojas disminuye la tasa de la fotosíntesis. Las hojas estando sombreadas, tales como aquellas que se encuentran en el interior del árbol son las menos eficientes en la fotosíntesis. La conductancia estomática es una medida del grado en el que la estoma se abre. Su función facilita la ingesta del CO<sub>2</sub> necesario para la fotosíntesis, para permitir el paso de vapor de agua de la planta a la atmósfera, es decir, la transpiración. Cuando el árbol de aguacate está sujeto a condiciones de estrés, tales como alta temperatura y baja humedad, el estoma comenzará cerrarse para reducir la pérdida de agua de la planta. Este es un mecanismo de defensa contra el estrés del déficit del agua. Cuando la temperatura de la hoja alcanza un cierto umbral, durante los periodos de altas temperaturas, baja humedad, luz solar intensa y condiciones del viento y el agua atmosférica aumenta el déficit provocando la pérdida excesiva del agua de la hoja (Unrath y Sneed, 1974; Kotze y *colaboradores*, 1987).

Mientras tanto, en un estudio se demostró que el árbol se protege a sí mismo y se protege contra el estrés hídrico mediante la reducción de la conductancia estomática. Cada vez que esto ocurre la tasa fotosintética del árbol se reduce y puede ser detenida completamente. Es decir, cuando la conductancia estomática se reduce se genera en proporción una reducción de la tasa de asimilación de dióxido de carbono (Hofshi, 1995). La reducción en la fotosíntesis

se agrava aún más si el potencial hídrico del suelo es baja, debido a la falta de irrigación adecuada y oportuna (Lament, 1993).

La transpiración, temperatura de la hoja y la resistencia estomatal para un cultivo de pepino bajo invernadero se determinó simultáneamente en un estudio realizado, midiendo la radiación solar, el flujo del aire, la tasa de transpiración, el punto de rocío, el aire y la temperatura de la hoja. Las tasas de transpiración variaron con la radiación solar las cuales no fueron uniformemente distribuidas dentro del follaje de la planta. La temperatura de la hoja fue menor que la temperatura del aire en los días claros de verano debido a las tasas de transpiración elevadas. La resistencia estomatal fue calculada y relacionada exponencialmente con la energía solar. Y de acuerdo a ese estudio, no se encontraron correlaciones significativas entre la resistencia estomática y otras variables climáticas (Yang y colaboradores, 1990).

Con el fin de examinar los efectos de agua salina (0.2, 1.5, 4.0, 6.5 and 9.0 dS·m<sup>-1</sup>) sin y con acolchado plástico negro o verde con transmisión infrarroja, sobre la fisiología y el rendimiento de pimiento *Capsicum annuum* L. var Red Night. Se encontró que a estas tasas de salinidad la tasa fotosintética no disminuyó significativamente. La conductancia estomática disminuyó a medida que la tasa de salinidad aumentó la cual a su vez afectó la transpiración. No se observaron diferencias consistentes en fotosíntesis, conductancia estomatal y tasas de transpiración obtenidas con o sin acolchado plástico. No se detectaron diferencias significativas entre los acolchados plásticos y el testigo en rendimiento comercial y número de frutos. El acolchado del suelo redujo el consumo del agua en un 30% en comparación con el suelo desnudo (Dagobiet y Stewart, 2004).

La película de acolchado plástico en la etapa de colocación en diferentes esquemas de aplicación de fertilizantes llevados a cabo en campos de maíz en suelos negros en la región del noreste de China y el efecto de las características fisiológicas y fotosíntesis fue analizada. El acolchado plástico aumentó significativamente la tasa de fotosíntesis, transpiración y conductancia estomatal y el uso eficiente del agua. Esto no tuvo ningún efecto en la concentración intercelular de CO<sub>2</sub> y la limitación estomatal. El acolchado plástico tuvo un gran efecto en los parámetros fotosintéticos tratados con fertilización (WanFeng y colaboradores, 2010).

### 1.6.1.6 Fotosíntesis

Al evaluar el efecto de siete colores de acolchado plástico sobre condiciones microambientales y su influencia sobre aspectos fisiológicos y de rendimiento en el cultivo de pimiento morrón (*Capsicum annuum L.*) cv. Capistrano. Se determinó la radiación fotosintéticamente activa (PAR) reflejada al mediodía por cada uno de los acolchados. Se midió la tasa fotosintética y rendimiento. Los resultados mostraron que la actividad fotosintética al inicio del cultivo aumentó desde 40 a 150% en los acolchados blanco y plata que tuvieron de 150 hasta 290% más de reflexión solar con respecto a los acolchados café, azul y transparente que fueron de los menos reflejantes, pero la temperatura del suelo generada por los diferentes acolchados es determinante en la respuesta fotosintética, llegando a tener efectos negativos en los acolchados donde la temperatura del suelo estuvo por arriba de 30 °C. Los mayores rendimientos se obtuvieron en los acolchados blanco y negro, superando en 75 y 60% al acolchado azul y en 190 y 166% respectivamente al acolchado transparente. El acolchado blanco y negro presentaron las mayores y menores reflexiones de radiación PAR, pero la temperatura del suelo fue más baja o con menor fluctuación durante el tiempo de desarrollo del cultivo para estos acolchados. Se observó influencia positiva inicial de la fotosíntesis sobre el rendimiento; y en el acolchado rojo se presentó la mayor tasa de reducción de fotosíntesis al aumentar la resistencia estomática. El calentamiento excesivo del suelo, provocado por plásticos como el transparente, afectó negativamente a las plantas, expresándose en menores tasas de asimilación neta y fotosíntesis disminuyendo el rendimiento (Quezada-Martín y colaboradores, 2010).

### 1.6.1.7 CO<sub>2</sub>

Se realizaron mediciones de flujo de bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) entre la atmósfera y dos superficies de 3 hectáreas de chile morrón (*Capsicum annuum L.*), una con acolchado plástico negro y la otra con acolchado plástico coextruido plata/negro. También se midió la radiación neta en cada superficie. Con estas mediciones se determinó la capacidad de asimilación de CO<sub>2</sub> de la superficie vegetal con cada tipo de acolchado plástico. Los resultados de este estudio indicaron que en el cultivo con acolchado coextruido plata/negro, la asimilación integrada de CO<sub>2</sub> durante el día fue 44.21% mayor que en el cultivo con acolchado plástico

negro, de igual forma, la radiación neta fue de 53.47% mayor en el cultivo con acolchado plata/negro (Zermeño-González y *colaboradores*, 2010).

En un estudio realizado en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) se evaluó la aplicación de CO<sub>2</sub> al suelo, disuelto en agua, en concentraciones de 0 (testigo), 300 y 1200 mg·litro<sup>-1</sup> con el uso de acolchados plásticos que incluyó: plástico transparente, blanco-negro y sin plástico (testigo); y sistema de conducción con y sin espaldera (testigo). Los resultados indicaron que la aplicación al suelo de CO<sub>2</sub> disuelto en agua aumentó significativamente el área foliar, peso de materia seca de hojas y tallos, y rendimiento en la última cosecha, principalmente con 1200 mg·litro<sup>-1</sup> de CO<sub>2</sub>. Sin embargo, el rendimiento inicial y total, peso, número y volumen de frutos, longitud de ramas, porcentaje de CO<sub>2</sub> en el suelo y tasa de asimilación de CO<sub>2</sub> no fueron significativamente afectados, por lo que posiblemente el CO<sub>2</sub> no fue absorbido por las raíces ni hubo formación adicional de ácidos orgánicos. Asimismo, el pH del suelo disminuyó ligeramente con 1200 mg·litro<sup>-1</sup> de CO<sub>2</sub>. El uso de acolchados plásticos modificó significativamente la morfología de las plantas, principalmente el de color transparente, provocando el aumento del diámetro de tallo, número de hojas y flores, altura de planta, longitud de ramas, área foliar, materia seca, peso del fruto, rendimiento inicial y total (73.8 t·ha<sup>-1</sup>) y temperatura del suelo. El mayor rendimiento total se obtuvo con acolchado blanco-negro (78.7 t·ha<sup>-1</sup>) y el menor con el testigo (44.9 t·ha<sup>-1</sup>). El manejo en espalderas produjo mayor rendimiento total (67.73 t·ha<sup>-1</sup>) que el manejo tradicional en piso (63.87 t·ha<sup>-1</sup>). El mayor rendimiento total se obtuvo mediante la conducción en espaldera con acolchado blanco-negro y 1200 mg·litro<sup>-1</sup> de CO<sub>2</sub> (83.8 t·ha<sup>-1</sup>). El tratamiento testigo (sin CO<sub>2</sub>, sin acolchado, sin espaldera) rindió 42.8 t·ha<sup>-1</sup> (Soldevilla-Canales y *colaboradores*, 2002).

### 1.6.2 Casa sombra

Naraghi y Lotfi (2010), reportan en un estudio el efecto de diferentes niveles de sombra en la calidad y rendimiento y fruta de pepino (*Cucumis sativus*); que la intensidad de la luz o el estrés de la luz en verano es un factor de restricción en muchas partes del mundo. Los efectos de diferentes niveles de recepción de la radiación solar fueron estudiados en el crecimiento y rendimiento de pepino híbrido *Superdominus* en campo. Durante un mes las plántulas de pepino fueron trasplantadas bajo cortinas las cuales realizaban diferentes niveles de sombreo; 15, 35 y 60% de radiación solar y luz solar plena, como control. El diseño del

experimento fue completamente al azar con cuatro repeticiones y cada unidad experimental incluyó 10 plantas. Los resultados mostraron que incrementando el sombreado, la densidad aumentaba hasta 35% lo que condujo a un aumento en el número de frutos por planta. Sin embargo, el número de frutos tendió a decrecer cuando la densidad de sombreado incremento a un 60%. La densidad de sombreado tiene gran influencia en los trastornos fisiológicos como la quemadura del sol en frutos de pepino. El resultado también sugiere que las plantas sometidas a un 35% de sombreado mostraron un rendimiento más alto.

Chen y colaboradores (1998), muestran en un estudio en manzana, donde el rendimiento y calidad de la fruta fue investigada en arboles de cinco años de edad (*Malus domestica* Borkh. cv. Cox's Orange Pippin), y la manera en cómo fue afectado por la orientación de porta injertos de una especie denominada enrejado Y o en un eje delgado con una completa exposición a la luz. Llamado también el tratamiento del 60% de sombreado en el cuarto corte de crecimiento después de la siembra; en comparación con el uso del eje delgado o el enrejado. Los arboles sombreados, los enrejados Y además aquellos que estaban expuestos los condujo a obtener más frutos, mayor rendimiento de frutos grandes con un peso superior y en promedio un peso de frutos de mayor tamaño.

Un análisis del medio ambiente dentro de un túnel de plástico sin y con 30% de malla sombra y otra con 14 y 40% respectivamente, se realizó en Pietermaritzburg, Suráfrica y se estudió su efecto sobre los tomates y pepinos. El total de la densidad de radiación, la densidad del flujo de radiación y los espectros de la radiación fueron reducidas en el plástico y en diferentes densidades de malla de sombra. En Abril (otoño) la densidad del flujo radiante alcanzó  $750 \text{ Wm}^{-2}$  reduciéndose a  $450 \text{ Wm}^{-2}$  bajo el plástico y  $300 \text{ Wm}^{-2}$  bajo el 30% de la cortina de tela. Las temperaturas del aire bajo la sombra en el interior del plástico no fueron diferentes a aquellas bajo el plástico solo, debido al movimiento del aire entre estos dos ambientes dentro de un túnel, pero bajo la malla sombra la temperatura del aire fue siempre inferior dependiendo de la cantidad de sombra. En promedio, las plantas sombreadas se adaptaron a su entorno mediante la producción de mayor área foliar, pero con un sistema de raíz muy pequeño, asociado a que había un incremento de la resistencia al movimiento del agua en la hoja. Los pepinos bajo sombra produjeron menos materia seca total y proporcionalmente disponen de más materia seca en hojas y tallos y menos en raíces y frutos. La tasa de asimilación neta fue mayor en las plantas sin sombra. El rendimiento en tomate fue



mejor bajo un 15% de malla sombra en comparación que bajo plástico con 40% de sombra y a campo abierto (Smith y *colaboradores*, 1984).

## **1.7 La nutrición en el desarrollo de cultivos**

### **1.7.1 Nitrógeno**

Un estudio realizado en Murcia, sobre el crecimiento vegetativo y la absorción de nutrientes en cultivo de melón (*Cucumis melo* L.) cv Toledo bajo invernadero, con una densidad de plantación de 0.5 plantas/m<sup>2</sup>. Las plantas se muestrearon periódicamente durante 125 días después del trasplante para determinar la materia seca y analizar el contenido de macronutrientes. La producción total de materia seca en el período de muestreo fue de 1.1 kg/m<sup>2</sup>, contribuyendo los frutos con el 72.5% del total. El índice de área foliar fue de 4.6 a los 125 días después del trasplante, consiguiéndose la mayor eficiencia foliar expresada como asimilación neta media entre 0 y 35 días después del trasplante. Las cantidades totales de macronutrientes absorbidos por el cultivo fueron en g/m<sup>2</sup>: 20.2 de N, 3.4 de P, 41.3 de K, 16.9 de Ca y 8.3 de Mg. Las tasas de absorción más elevadas de N, P, K, y Mg se produjeron en el período de mayor desarrollo de los frutos y la de Ca en el período de mayor crecimiento foliar (Sánchez y *colaboradores*, 1998).

Los cambios en la temperatura de la raíz causados por la aplicación de ciertas cubiertas plásticas fueron estudiadas en relación con la absorción y el contenido de molibdeno (Mo) en los diferentes órganos de la planta de la papa (*Solanum tuberosum* L. var. Spunta), raíces, tubérculos, tallos y hoja y la relación con el metabolismo del nitrógeno (N). Para la técnica de semi-forzado, cuatro diferentes cubiertas fueron usadas: T1 es polietileno transparente, T2 polietileno blanco, T3 coextruido negro/blanco y T4 polietileno negro; el tratamiento control no tenía acolchado. Los resultados revelaron un efecto significativo y positivo de las temperaturas de la raíces con la cobertura de plástico: T0=16°C, T1=20°C, T2=24°C, T3=27°C, T4=30°C. Estas diferencias térmicas significativas influenciadas por la concentración de Mo, particularmente en el tratamiento T2 y T3 en las hojas, raíces y tubérculos. Las mismas temperaturas, alteraron significativamente el metabolismo de N en ambos, en la parte aérea y en la parte subterránea de las plantas y en una interrelación fuerte fue encontrada entre Mo y la actividad de la nitrato reductasa (NR). Los acolchados de este

cultivo demostraron ser una técnica prometedora en fitorremediación (Baghour y colaboradores, 2003).

### 1.7.2 Fosforo

Las especies hortícolas varían en crecimiento dependiendo de la temperatura de la zona radical (RZT) al ser esta superior a los 30°C, pero se sabe poco acerca de los efectos de la RZT en la absorción de nutrientes. En un estudio se determinó la cantidad de fósforo (P), zinc (Zn) y manganeso (Mn) en plantas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill. 'Jet Star'), melón (*Cucumis melo* L. 'Gold Star'), y en (*Gleditsia triacanthos* L. var. inermis Willd.) cultivadas en la solución nutritiva de Hoagland No.1 que se llevó a cabo a 24°, 27°, 30°, 33° y 36°C de la RZT. La masa seca de tomate, el contenido de P y Mn fueron mayores a 27°C de la RZT pero el tomate con contenido de Zn no mostró una respuesta a la RZT. La masa seca de melón y el contenido de P, Zn y Mn, sin embargo, fueron mayores a 36°C. Para *Gleditsia triacanthos* L. var. Inermis Willd, el peso seco y el contenido de P y Zn no variaron con la RZT. El crecimiento y la absorción de P, Zn y Mn de melón se incrementaron por una exposición continua a una RZT mayor a 30°C, mientras que el crecimiento de *Gleditsia triacanthos* y la ganancia de P, Zn y Mn no fueron cambiadas por la exposición a una RZT mayor a 30°C. El crecimiento y la absorción de P, Zn, Mn en tomate, sin embargo, fue reducida por la exposición continua a una RZT mayor a 30°C (Klock y colaboradores, 1996).

La respuesta del crecimiento de las plantas a la temperatura de la zona radicular (RZT) varía con la especie. Stoltzfus y colaboradores (1998) reportan en un estudio los efectos de la RZT en melones (*Cucumis melo* L. 'Gold Star') los cuales se tuvieron en un baño de forma continua en una solución nutritiva a 25°, 30°, 35°, 40° y 45°C por 12 días. El tamaño de las plántulas de melón usadas fue de primera y cuarta hoja en su etapa de crecimiento. El índice de crecimiento fue una variable muy importante ya que la plántula era de tamaño muy pequeño. La ganancia de peso fresco y el tamaño de las plantas fueron más altas a los 25°C de RZT, mientras que para la ganancia de peso fresco de las plantas pequeñas fue similar desde los 25 a 35°C. La temperatura de la zona radical mayor a 35°C dio lugar a una fuerte disminución lineal en peso fresco, peso seco y número de hojas. El contenido y concentración de fosforo elemental se disparó, al igual que zinc y manganeso, teniendo un mismo comportamiento en el crecimiento. La concentración en la raíz de fosforo y zinc aumentaron

linealmente con el incremento de la RZT, pero la concentración de Mn alcanzó un máximo a los 35°C. El umbral de RZT para el óptimo crecimiento de las plántulas de melón parece ser de 35 a 36°C.

En un estudio realizado por Tagliavini y colaboradores (1991) en un cultivar de durazno (*Prunus persica* L. Batsch) fueron desarrollados por 35 días en todas las combinaciones de una solución nutritiva de Long Ashton las cuales contenían concentraciones de P de 0.05, 0.5, o 5.0  $\mu\text{M}$ . La temperatura de la zona radical (RZT) de 8°C, 16°C, y 24°C. En la cosecha, una interacción significativa entre la solución y la concentración de P y la RZT aumentó al igual que el peso seco de la raíz, la longitud de la raíces disparó la concentración de P y la absorción del mismo. A 8°C de RZT, la concentración de P y la absorción pero no el crecimiento fueron incrementados por el P. En 16°C y 24°C de RZT, el crecimiento disminuyó a los 5.0  $\mu\text{M}$  de nivel de con una adición de la concentración de P y una absorción de los 24°C a los 16°C. El ingreso de P en durazno por unidad de longitud de raíz fue incrementado en altas concentraciones de P y bajas temperaturas pero fue inferior que la influencia en toda la planta. La disminución del crecimiento en altas temperaturas y en altas concentraciones de P fue relacionada con el incremento de clorosis en hojas jóvenes, es decir redujo la concentración de Fe y un posible desequilibrio entre la relación P/Zn.

### 1.7.3 Potasio

Potasio (K), un nutriente en las plantas con diversas funciones en la que juega en el metabolismo de la planta, es requerido en grandes cantidades por la mayoría de los cultivos. Este interactúa con muchos otros componentes de la planta los cuales afectan el rendimiento de un cultivo y su calidad. La magnitud de estas interacciones es alta en áreas de alta intensidad de cultivo. La interacción de nutrientes con K puede ser en el suelo o la planta. El potasio modifica la fijación de iones ( $\text{NH}_4$ ) en suelos donde la disponibilidad de (N) es restringida. Por otro lado, un efecto antagónico entre la absorción de K y  $\text{NH}_4$  ha sido sugerido en la cual la absorción de K está restringida. Del mismo modo, una deficiencia de magnesio (Mg) o calcio (Ca) ocurre a partir de un ion antagónico en los suelos ácidos seguidos de una fertilización con K y en suelos con un contenido alto de K intercambiable. El azufre (S) ha sido reportado como un elemento que incrementa la absorción de K y la productividad en cultivos de semillas oleaginosas. Con niveles crecientes de aplicación o K en suelo, la

aplicación severa de fósforo (P) inducida por la deficiencia de zinc (Zn) en maíz ha sido observada hasta disminuirse. La aplicación de K disminuye el contenido de manganeso (Mn) y la toxicidad de hierro (Fe) en arroz. La aplicación de K ha sido reportada en la reducción de la incidencia de la deficiencia de boro (B). La principal cubierta con fertilizante de K fue reportada para disminuir el contenido de cobre (Cu) en el forraje de alfalfa. En raíces, productoras de azúcar, o cultivos productores de fibra, la relación entre el sodio (Na) y K es importante con la respuesta específica de cualquiera de los dos elementos dependiendo en cual elemento está en bajo o alto suministro. El molibdeno (Mo) estimuló la captación de K en alfalfa. En agricultura intensiva con cultivos de alto rendimiento o con múltiples cultivos por año, el manejo agrícola debe incluir estrategias para mantener reservas sustanciales de K en el suelo y un equilibrio nutricional en K con la práctica de otras fertilizaciones (Daliparthi y colaboradores, 1994).

#### **1.7.4 Calcio**

Para comprender cómo los factores ambientales pueden alterar la acumulación de nutrientes en las plantas es necesario anticipar y prevenir deficiencias minerales en ambos, plantas y animales de pastoreo. Se ha reportado que para determinar los efectos de la temperatura de la zona radicular (RZT) y niveles de calcio en concentraciones minerales de trigo de invierno (*Triticum aestivum* L.), las plántulas fueron cultivadas bajo tres regímenes de RZT (constante 8°C, constante 16°C, y de transferencia de 8°C después 23 a 16°C) y cuatro niveles de Ca (0.2, 0.6, 2.0, y 5.0 mM) en solución nutritiva. Las plantas que crecieron en 8°C de RZT tuvieron significativamente menores brotes y concentración de raíces y las tasas de unidades de absorción de P, S, Cu, Zn y Mn que aquellas que crecieron en 16°C. Dos semanas después de la transferencia de 8°C a 16°C de la RZT las concentraciones de P, S, Cu, Zn y Mn en brotes y raíces se incrementó significativamente. El aumento en los niveles de Ca en la solución incrementó significativamente la concentración de brotes y raíces y la tasa de unidades de absorción de P y Cu. En contraste, el aumento en los niveles de Ca disminuyó significativamente las concentraciones y las tasas por unidad de absorción de Mn y Zn. Por lo tanto, una RZT subóptima podría deprimir la acumulación de P, S, Cu, Zn y Mn del trigo de invierno, y probablemente inducir deficiencias minerales en plantas y animales de pastoreo. Una solución con altas concentraciones de Ca podría mejorar parcialmente este efecto adverso

con una acumulación de P y Cu del trigo, pero este también podría exacerbar el problema de bajas concentraciones de Mn y Zn en una RZT fría (Miyasaka y Grunes, 1997).

### 1.7.5 Otros nutrientes

La absorción de nutrientes por (*Antirrhinum majus* L. 'Peoria') fue comparada en cinco temperaturas de la zona radical: 8, 15, 22, 29, y 36°C. La captación de nitrato ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ), amonio ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), boro (B), hierro (Fe), manganeso (Mn), y zinc (Zn) respondió en forma cuadrática en un incremento de la temperatura de la zona radicular. A mayor temperatura varía la absorción de nutrientes pero el rango del cobre (Cu) y molibdeno (Mo) no se vieron afectados por la temperatura de la zona radical. El aumento del peso seco y la longitud del tallo también respondieron cuadráticamente al incrementarse la temperatura de la zona radical. Las temperaturas óptimas para la absorción de nutrientes y el crecimiento fueron similares, promediando 22°C. Esos resultados indican un incremento o mantenimiento en las temperaturas de la zona radical cercanas a los 22°C maximizando el crecimiento y la absorción de nutrientes para la *Antirrhinum majus* L. 'Peoria' (Hood y Mills, 1994).

Un estudio en brócoli chino (*B. alboglabra*), un vegetal subtropical cultivado a una temperatura radical de 25°C mientras sus porciones aéreas fueron expuestas al calor, con una fluctuación de temperaturas por cuatro semanas en un invernadero tropical arrojó los siguientes resultados: la interacción entre el estrés de hierro (Fe) y la RZT fue estudiada mediante la exposición de las raíces de las plantas a dos diferentes RTZ: una temperatura fresca constante de 25°C de la RZT (C-RZT) y una temperatura ambiental caliente fluctuante para la RZT (A-RTZ). Hubo tres niveles diferentes de Fe (máximo Fe (FFe), 1/2Fe, y 0Fe) en el medio de nutrición que fue suministrado para las plantas en cada RZT. En comparación con las plantas cultivadas en C-RZT, el calor de A-RZT resultó en una disminución en los brotes y la productividad de la raíz, la tasa de asimilación fotosintética de  $\text{CO}_2$  (A), conductancia estomatal (gs); Fe y nitrato ( $\text{NO}_3$ ) y una absorción y transporte de la actividad de nitrato reductasa (NRA). El calor de la A-RZT también alteró la morfología de las raíces. El estrés en hierro (1/2Fe y 0Fe) causó reducciones significativamente sobre todos los parámetros anteriores y causó un cambio en la morfología de la raíz cuando las plantas crecieron en C-RZT en comparación con aquellas que crecieron en FFe. Sin embargo, la mayoría de los

parámetros estudiados tuvieron valores similares en A-RZT a pesar de los niveles de Fe. Estos resultados indican que el calor de A-RZT puede enmascarar los efectos del estrés en Fe en ciertos procesos fisiológicos los cuales fueron claramente observados en RZT (He y colaboradores, 2008).

Un estudio en *Latuca sativa* L. cv. Panamá se reportó lo siguiente: siendo una planta de clima templado pero a la vez pueden ser cultivadas en los trópicos para someter sus raíces a 20°C mientras sus porciones aéreas son expuestas a altas temperaturas y a la fluctuación de estas dentro de un invernadero. Este estudio mostró que este cultivar teniendo condiciones de una temperatura de la zona radical (RZT) de 20°C en el trópico, las raíces eran más largas con gran número y área total de la superficie de la raíz y con un menor promedio de diámetro en las raíces en comparación aquellas plantas con una temperatura ambiente de RZT (A-RZT). En las plantas transferidas desde 20°C a A-RZT cuando estas tuvieron tres semanas de edad, la tasa de incremento en la longitud en raíces fue disminuida en número de raíz y área en la superficie; mientras el engrosamiento de las raíces fue incrementado. Inversamente se observó para las plantas transferidas desde A-RZT a 20°C-RZT (A--->20°C-RZT). Los nutrientes minerales tales como NO<sub>3</sub>, nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), cobre (Cu), hierro (Fe), magnesio (Mg), manganeso (Mn) y zinc (Zn) presentes en los brotes de las plantas y el tejido radicular fueron también determinados. Generalmente, en estos fue encontrado que las plantas a 20°C (C-RZT) tuvieron mayores concentraciones de N y P en las hojas sobre la base por unidad de peso seco comparadas con las plantas que crecieron en A-RZT. Los resultados también mostraron que la acumulación total en raíces y brotes de NO<sub>3</sub>, K, Ca, Cu, Fe, Mg, Mn, y Zn en 20°C-RZT fueron mayores que en las plantas de A-RZT. Las plantas de 20°C-ARZT sufrieron una reducción del total de la acumulación de minerales, y las plantas en Ar-20°C-RZT incrementaron en una acumulación total de minerales. Las relaciones entre la RZT, el crecimiento de raíz y la composición mineral de las plantas experimentales aún se están debatiendo (He y colaboradores, 2002).

## II. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

### **Objetivo**

El objetivo principal del este estudio fue determinar el efecto de diferentes colores de acolchado sobre los cambios generados en temperatura del suelo, crecimiento, fotosíntesis, rendimiento de melón en campo abierto y casa sombra.

### **Hipótesis**

El acolchado en conjunto con malla sombra generan incrementos en el crecimiento del cultivo reflejado en un alto rendimiento y precocidad, con respecto al campo abierto con cubiertas de acolchado.

### III. DESARROLLO EXPERIMENTAL

#### MATERIALES

##### 3.1 Localización Geográfica del Sitio Experimental

Dos experimentos: casa sombra y campo abierto en el cultivo de melón, se realizaron en primavera-verano del 2011 en el campo experimental del Centro de Investigación en Química Aplicada, CIQA, localizado en las coordenadas geográficas 25° 27 de latitud Norte, 101° 02' de longitud Oeste de meridiano de Greenwich con una altitud de 1520 msnm.

##### 3.2 Características Edafoclimáticas del Sitio Experimental

###### 3.2.1 Clima

De acuerdo a la clasificación climática realizada por Köepen, y modificada por (García, 1984), el clima de Saltillo, Coahuila se define como seco estepario con la formula climática BSoK (x') (e').

Donde:

- Bs: Seco (árido y semiárido)
- BSo: Es el clima más seco de los BS.
- K: Templado con verano cálido, siendo la temperatura media anual entre 12 y 18°C, y la temperatura media del mes más caluroso de 18°C.
- (x'): Régimen de lluvias intermedias entre verano e invierno.
- (e'): Extremoso con oscilaciones entre 7 y 14°C.

En general la temperatura y la precipitación pluvial media anual son de 18 °C y 365 mm respectivamente, los meses más lluviosos son principalmente entre Julio y Septiembre, concentrándose la mayor parte en el mes de Julio. La evaporación promedio mensual es de 178 mm, presentándose los valores más altos en los meses de Mayo y Junio con 236 y 234 mm respectivamente.



### 3.2.2. Suelo

El tipo de suelo que presenta el campo experimental es de textura limo-arcillosa, con contenidos de arcilla (42.0%), limo (45.4%) y arena (12.0%). Es ligeramente salino, con una conductividad eléctrica de 9.7 mmhos  $\text{cm}^{-1}$  y medianamente alcalino, presentando un pH de 8.1. Se le considera medianamente rico en materia orgánica (2.38%), con contenidos pobres de nitrógeno total y potasio intercambiable, contenidos medianos de fósforo aprovechable y altos contenidos en carbonatos totales. La capacidad de campo es de 28.0% y el punto de marchitez permanente de 15.2%, con una densidad aparente de 1.25  $\text{gcm}^{-3}$ .

### 3.2.3 Calidad del Agua de Riego

El agua de riego es de clase C<sub>3</sub>, S<sub>1</sub>, de calidad media, apta para suelos bien drenados (Munguía, 1985).

### 3.3 Características del Experimento

Los tratamientos evaluados fueron: acolchado plástico color verde, aluminio, plata/negro, blanco/negro y negro (Cuadro 2). Las películas fueron de 1.20 m de ancho y 0.030 mm de espesor.

**Cuadro 2.** Descripción de los tratamientos con acolchados plásticos de diferentes colores en el cultivo de melón.

Tratamiento	Descripción	Abreviación
	<b>Acolchado plástico</b>	
T1	Verde	V
T2	Aluminio	A
T3	Plata	P
T4	Blanco/Negro.	BN
T5	Negro/Negro	NN

### **3.3.1 Campo Abierto**

La parcela experimental consistió de surcos de 7 metros de largo y una distancia entre centro de camas de 1.8 metros, la siembra se realizó a una hilera de plantas por cama, con una separación de 0.33 metros entre plantas.

### **3.3.2 Casa Sombra**

Se utilizó una cubierta con malla de color cristal de 70% de transmisión de luz es contra insectos y se caracteriza por ser ligera, transparente, y estabilizada contra luz UV y una malla sombra de polietileno con monofilamentos redondos de alta resistencia la que permitió el paso de 50% de trasmisión de radiación total.. Las camas fueron de 6 metros de longitud con una separación entre centro de camas de 1.8 metros, se sembró a una hilera a una distancia entre plantas de 0.33 metros. Al igual que en campo abierto la densidad de población fue de 16285 plantas por hectárea.

#### **3.3.2.1 Polinización en casa sombra**

Para llevar a término al cultivo en casa sombra debido al ambiente protegido, se dispuso de una colmena para la realización de la polinización. Manteniendo la piquera principal dentro de la malla proveyendo a los insectos de agua de manera permanente. La aplicación de productos preventivos y curativos a lo largo del desarrollo del cultivo, se realizó a horas muy tempranas cubriendo la piquera de entrada hacia la malla para evitar algún daño a los insectos.

### **3.4 Material Genético**

En el cultivo de melón se utilizó semilla del híbrido Expedition F1, el cual presenta madurez relativamente temprana, planta vigorosa, de alto rendimiento, cuajado de frutos uniformes, red completa, uniformidad de tamaño de fruta muy buena, peso de 2.95 kg, forma ligeramente ovalada, corteza de red media gruesa, corteza de color bronceado, color de la pulpa naranja, sólidos solubles de 10-13 (Harris Moran, 2010).

## **MÉTODOS**

### **3.5 Establecimiento del Experimento**

#### **3.5.1 Preparación del Terreno**

La preparación del terreno se hizo en forma mecánica con las siguientes labores: barbecho, nivelación, dos pasos de rastra para desmenuzar los terrones del barbecho e inmediatamente la formación de camas, por lo cual fue necesario utilizar un tractor e implementos.

#### **3.5.2 Colocación de Cubiertas Para Acolchado**

Se procedió a la colocación de la cinta de riego y del acolchado en forma manual. Para el sistema de riego se utilizó cinta de riego (T-Tape; T-SystemsIntl., San Diego, Cal.) con emisores espaciados a 30.5 cm y un flujo de  $0.98 \text{ L h}^{-1}$  por emisor, tanto para casa sombra y campo abierto. La perforación al plástico se realizaron con un tubo caliente de 2 pulgadas de diámetro.

#### **3.5.3 Siembra**

La siembra se realizó el 1 y 12 de mayo del 2012 en campo abierto y casa sombra respectivamente, la cual se efectuó de forma directa y manual a una hilera para casa sombra y campo abierto.

#### **3.5.4 Tutorado**

Para mantener la planta erguida en casa sombra, se utilizaron estacones de madera de 2.50 metros de longitud; el tutor vertical se colocó a 0.50 metros bajo la superficie del suelo. La distancia entre estacones en la hilera fue de 2 metros; se colocó una hilera de alambre galvanizado # 16 a 20 cm del suelo y otros sucesivamente a 15 a 20 cm mediante una malla o red en donde se fue sujetando la planta de manera vertical y conforme esta fue creciendo.

En campo abierto se dejó el crecimiento de la planta de manera tradicional. Conforme la planta fue creciendo simplemente no se permitía se enredaran con las guías de la cama de al lado.

### **3.5.5 Deshierbes**

En los tratamientos se realizó un control manual durante todo el ciclo del cultivo, principalmente en los colores oscuros que fueron los que presentaron más maleza, principalmente coquillo (*Cyperus rotundus* L.).

### **3.5.6 Aplicación de Agroquímicos**

Las aplicaciones de productos se realizaron en forma preventiva y de control con el fin de combatir las plagas y enfermedades que atacaron al cultivo, además de la aplicación de fertilizante foliar para mejorar la fisiología de la planta (Triple 20 y Urea BB). Los productos más aplicados fueron: Tecto 60, Previcur, Trigard, Promyl, Prozycar, Ridomil Tilt, Amistar, Captan, Cuperhidro, Nematrol, Estreptomicina, Penatrex y Adherente.

Para la aplicación de estos productos se utilizaron dos mochilas, de aspersión manual y mochila de motor con capacidad de 15 y 25 litros respectivamente. La cenicilla polvorienta (*Erysiphe cichoracearum*) fue la enfermedad principal presentada en campo abierto al igual que en casa sombra, sin embargo, no tanto como la bacteria (*Pseudomonas spp* y *Erwinia spp*) recurrente en el follaje; estas fueron las principales enfermedades que se presentaron en el desarrollo del cultivo, en los dos ambientes.

### **3.5.7 Fertilización**

Se fertilizó con la fórmula 120-60-60 de NPK, la cual fue repartida en 10 aplicaciones durante el ciclo vegetativo del cultivo, se aplicó a través de la cinta de riego por goteo semanalmente.

## **3.6 Variables Evaluadas**

### **3.6.1 Área Foliar**

Como indicadores de crecimiento se determinó en cada tratamiento área foliar (LI-3100, LI-COR, Inc. Lincoln, Nebraska, E. U.). La determinación del área foliar consistió en defoliar tres plantas de cada unidad experimental, lo cual se realizó a los 35,42, 50 días después de la siembra (dds), considerando tres plantas por tratamiento y repetición. Las plantas cosechadas estaban rodeadas al menos por una planta no muestreada en cada costado y no fueron visiblemente diferentes de plantas identificadas típicas en ese tratamiento, tales

plantas se cortaron a nivel de suelo. Las plantas fueron cosechadas en bolsas de papel para prevenir el desecamiento y procesadas durante las 4 horas posteriores de la cosecha. De igual manera se tomó un último muestreo, hasta el término de cosecha para cada uno de los dos ambientes. Es decir en campo abierto y casa sombra.

### **3.6.2 Peso Seco de Planta**

El peso seco por planta fue determinado después de secar las muestras en una estufa de aire caliente a 70°C durante 48 horas hasta obtener peso seco constante para posteriormente ser pesadas en una báscula digital.

Las plantas fueron separadas en hoja y tallos, de tal manera se obtuvo el peso seco de cada una de estas variables.

### **3.6.3 Longitud de guía primaria**

La determinación de la longitud consistió en medir la guía primaria con cinta métrica, separándola previamente de hojas y tallos.

### **3.6.4 Evaluación de Cosecha**

Se realizó manualmente el día de cosecha, se contabilizó el número de frutos y se obtuvo el peso, se cosecharon 10 plantas por unidad experimental en campo abierto y casa sombra, respectivamente, a las cuales se les determinó el rendimiento y se transformó a Kg.

### **3.6.5 Temperatura del Suelo**

Se determinó por la medición de la temperatura al centro de la cama a 10 cm de profundidad del acolchado plástico y de la superficie del suelo. La temperatura del suelo durante la estación de crecimiento se midió con termopares cobre constantan (0.6 mm de diámetro) conectados a un data logger (CR23X; Campbell Scientific, Logan, Utah, USA) conectado a un multiplexor (AM25T; Campbell Scientific). El data logger se programó para registrar temperatura cada 10 segundos y almacenarlas en promedio cada día para tres repeticiones en cada tratamiento al suelo en campo abierto y casa sombra considerando en la acumulación temperatura media, máxima y mínima.

La fórmula utilizada para determinar las unidades calor es:

$$\sum UC = \frac{(TSM_{\max} + TSM_{\min})}{2} - T_{\text{base}}$$

Donde:

TS Máx y TS Mín son temperaturas de suelo máxima y mínima respectivamente. Se consideró temperatura base 10°C. La determinación de las unidades calor se hizo durante los primeros 60 días del ciclo del cultivo.

### 3.6.6 Mediciones Fisiológicas

Para medir el grado de modificación provocado por el acolchado plástico, las variables fisiológicas se midieron entre las 11 y 14 horas en la cuarta hoja en dirección basípeta, las mediciones fueron: radiación fotosintéticamente activa ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{seg}^{-1}$ ), temperatura de aire (°C), temperatura de hoja (°C), concentración de CO<sub>2</sub> ambiental (ppm), humedad relativa (%), tasa fotosintética unitaria ( $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{seg}^{-1}$ ), contenido de CO<sub>2</sub> intercelular (ppm), conductancia estomática ( $\text{cm s}^{-1}$ ) y tasa transpiratoria unitaria ( $\mu\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{seg}^{-1}$ ). Estas variables se midieron a los 35, 42, 50 dds. Las mediciones fueron hechas, con un aparato portátil de fotosíntesis, LI-6200 (LI-COR, Inc. Lincoln, Nebraska, E. U.).

### 3.6.7 Análisis de Nutrimentos

Las hojas, tallos y raíces obtenidas en cada muestreo a los 35, 42, 50 dds se les realizó un lavado con agua destilada y para el caso de las raíces con ácido, para descontaminarlas de cualquier otro material; estas posteriormente, se les llevaron a estufa secadora por 48 horas. Al obtener muestras secas se llevaron a un molino Analytical Mill (marca Tekmar Co. Modelo A-10). A partir de este material, se procedió a realizar la digestión de tejido vegetal el cual consiste en el uso de parrilla de calentamiento a vaso abierto.

La técnica se realizó de la siguiente manera: a 1gr de tejido vegetal seco; se le agregaron 5 ml de ácido nítrico a 273°C durante 2 horas, seguido de la adición de 3 ml de ácido clorhídrico a la misma temperatura por otras 2 horas. Al término de la digestión se dejó

enfriar la muestra aforándola a 50 ml de agua desionizada. Posteriormente se colectó la muestra a través de papel filtro #42 de 18.5 cm Whatman.

A partir de estas muestras se realizó un análisis de microelementos (Cu, Fe, Mn, Zn) en un espectrofotómetro de emisión de plasma Termon Jarrell Ash CCQ-062. Mientras el elemento calcio (Ca) fue analizado con un espectrofotómetro de absorción atómica Varian Spectra A-250 Plus CCQ-067.

De igual manera para la determinación de nitrógeno (N) y fósforo (P) se pesó 1gr de la muestra de tejido seco el cual se aforó a 50 ml de agua desionizada agregándole 1 cucharada de 3.5 cc de carbón activado, agitando vigorosamente durante 1 minuto, el cual se vertió a través de un papel filtro #42 de 18.5 cm Whatman para así obtener la muestra filtrada para su análisis. De la muestra obtenida, para el análisis de nitrógeno se tomó una muestra de 10 ml del extracto para añadirlo a una cubeta de muestra aforándola a 25 ml con agua desionizada añadiendo el contenido de reactivo en polvo de Nitrato NitraVer 5 a la cubeta de muestra y se agitó vigorosamente durante un minuto, dándole un periodo de 5 minutos para su reacción al cabo del cual se le colocó en un lector a una longitud de onda de 500 nm.

Para el análisis de fósforo se tomó una muestra de esa misma alícuota de 1 ml añadiéndola en la cubeta, aforándola a 25 ml de agua desionizada adicionando FosVer 3 Fosfato a la muestra la cual se agito vigorosamente por 1 minuto al término del cual se le dio un periodo de reacción de 2 minutos. Y el cual se dio posterior lectura a una longitud de onda de 890 nm. Para la determinación de estos dos elementos; nitrógeno y fósforo, se utilizó un equipo controlado por microprocesador de simple haz, un espectrofotómetro marca HACH Modelo DR/2000.

### **3.7 Diseño Experimental**

Para el análisis individual tanto en campo abierto como en casa sombra, el diseño experimental que se utilizó fue el de bloques completos al azar con 5 tratamientos (los distintos colores para acolchado), con 3 repeticiones. El modelo estadístico de este diseño es:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + E_{ij}$$

Para el análisis combinado de las variables de casa sombra y campo abierto, el diseño experimental que se utilizó fue bloques al azar bifactorial, con 5 tratamientos es decir: los dos

ambientes de crecimiento (Factor A) y los distintos colores de acolchados, como factor (B) con 3 repeticiones, el modelo estadístico de este diseño es:

$$Y_{ijk} = \mu + P_i + A_j + P_iA_j + B_k + E_{ijk}$$

Para el caso de este diseño experimental, el factor (B) tratamiento al suelo, es decir; los plásticos para acolchado están anidados al factor (A) ambiente, para llevar a cabo la interacción y análisis de ambos ambientes, campo abierto y casas sombra.

Los datos fueron analizados usando el SAS 9.2, PROC GLM (SAS Inst., Cary, North Carolina, EU). Con un análisis de varianza que indicó al menos ( $P \leq 0.05$ ), realizando una comparación de medias de acuerdo a la prueba de Tukey, comparando los tratamientos de acolchado (B), y los dos ambientes (A).

### 3.7.1 Prueba de Tukey

El procedimiento es calcular un valor de DMS de acuerdo con la ecuación:

$$DMSH = q_{(\alpha, t, g.l.)} S_{\bar{X}}$$

Donde

$q_{(\alpha, t, g.l.)}$  Es un valor tabular de Tukey, que se encuentra en cuadros con el número de tratamiento (t), los g. l. del error y el nivel de significancia ( $\alpha$ ) apropiado.

$$S_{\bar{X}} = \sqrt{\frac{CM(\text{error})}{r}} \quad \text{Error estándar de la media.}$$



## IV.RESULTADOS

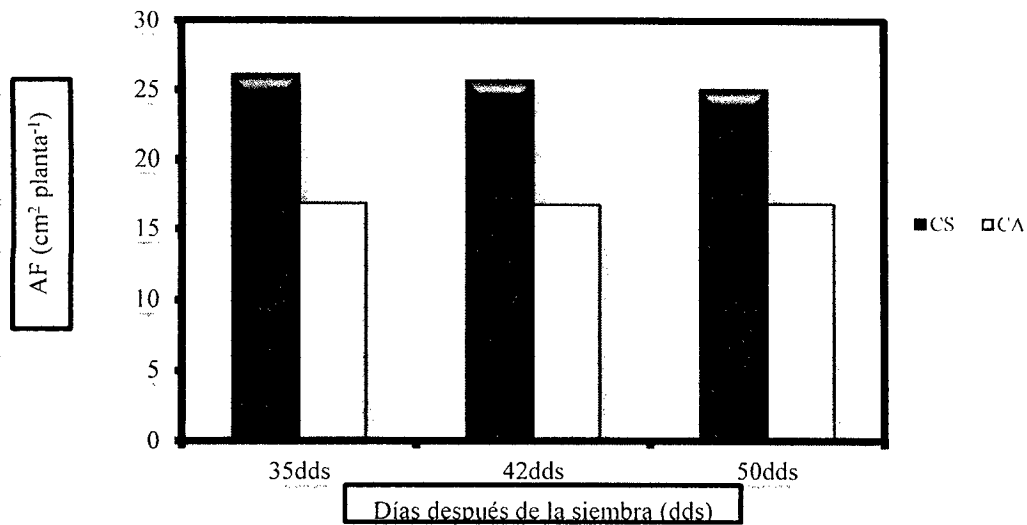
### 4.1 Área foliar

Los acolchados de colores generaron un efecto significativo sobre el área foliar de las plantas en los muestreos realizados a los 35 y 50 dds siendo no significativo para el muestreo a los 42 dds (Cuadro 3). Sin considerar el ambiente de cultivo, el acolchado blanco negro, permitió una mayor área foliar en las plantas a los 35 dds comparado con el acolchado plástico color aluminio, mientras que a los 50 dds fue el acolchado negro el que superó significativamente al acolchado aluminio. Considerando el color del acolchado en los respectivos ambientes de cultivo; se detectó significancia estadística en condiciones de casa sombra a los 35, 42 y 50 dds. (Cuadro 17 del apéndice), de todos los muestreos realizados el área foliar fue significativamente mayor en las plantas acolchadas con plástico negro a los 50 dds, en tanto que el acolchado plástico blanco negro lo fue a los 35 y 42 dds y el acolchado plástico y plata a los 35 dds. En promedio, el área foliar fue significativamente mayor a los 35 dds y 50 dds en casa sombra que en campo abierto (Cuadro 3). La interacción entre los ambientes y el color de la película no fue significativa para las tres fechas de muestreo.

**Cuadro 3.** Comparación de medias para área foliar en la interacción campo abierto y casa sombra en el cultivo del melón en acolchado plástico de diversos colores, ciclo primavera-verano. CIQA 2011.

Tratamientos Acolchados	Área Foliar (cm <sup>2</sup> planta <sup>-1</sup> )		
	35 dds	42 dds	50 dds
V	4925.90ba	11390a	19945ba
A	3511.50b	8959a	13607b
P	4394.10ab	9391a	17633ab
BN	5023.70a	12985a	20553ab
NN	4749.80ab	10909a	22885a
<b>Ambientes</b>			
CS	4942.40a	10903.70a	24915a
CA	4099.60b	10550.20a	12934b
<b>P</b>			
Amb (A)	0.04	0.06	0.03
Acol (B)	0.01	0.70	<.01
A x B	0.08	0.21	0.15

Tratamientos con la misma literal no difieren entre sí. Tukey  $P \leq 0.05$ . CS (Casa Sombra), CA (Campo Abierto), Amb (Ambiente), Acol (Acolchado), dds (días después de siembra).



**Figura 1.** Comportamiento del área foliar (AF) en tres fechas de muestreo durante el crecimiento de cultivo de melón en los Ambientes Casa Sombra (CS) y Campo abierto (CA).

#### 4.1.1 Peso fresco de planta

El peso fresco para las plantas desarrolladas en acolchado presentó un efecto significativo en el muestreo realizado a los 50 dds, en tanto que en muestreos anteriores no se detectó ninguna significancia estadística (Cuadro 4). Sin considerar el efecto del ambiente de cultivo, el acolchado negro permitió mayor peso fresco a los 50 dds comparado con la película color aluminio (Cuadro 4). Considerando el efecto del acolchado con su respectivo ambiente en casa sombra se detectó un efecto significativo a los 35 y 50 dds (Cuadro 18 apéndice), a los 35 dds el acolchado plástico blanco negro, plata y verde, superaron significativamente el peso fresco de las plantas acolchadas con plástico aluminio; sin embargo a los 50 dds el acolchado plástico negro es el que permitió un mayor peso fresco de plantas (Cuadro 18 apéndice). Las plantas crecidas en campo abierto registraron un peso fresco significativamente mayor que aquellas crecidas en casa sombra a los 50 dds en comparación con los muestreos anteriores. El efecto de interacción de los ambientes de crecimiento con el color de las películas para acolchado no fue significativo en ninguna de las fechas de muestreo (Cuadro 4).

**Cuadro 4.** Comparación de medias para peso fresco de la planta en la interacción campo abierto y casa sombra en el cultivo de melón en acolchado plástico de diversos colores, ciclo primavera-verano. CIQA 2011.

Tratamiento	Peso Fresco (g planta <sup>-1</sup> )		
	35 dds	42 dds	50 dds
<b>Acolchados</b>			
V	398.91a	1204.50a	2484.50ab
A	284.57a	810.80a	1512b
P	338.61a	1311.80a	2505.30ab
BN	392.21a	1176.20a	2485.10ab
NN	371.06a	1282.60a	2751.90 <sup>a</sup>
<b>Ambientes</b>			
CS	341.75a	775.10b	2046.60b
CA	372.40a	1539.20b	2648.90 <sup>a</sup>
<b>P</b>			
Amb (A)	0.09	0.15	0.05
Acol (B)	0.27	<.01	0.03
A x B	0.21	0.15	0.53

Tratamientos con la misma literal no difieren entre sí, Tukey  $P \leq 0.05$ . CS (Casa Sombra), CA (Campo Abierto), Amb (Ambiente), Acol (Acolchado), dds (días después de siembra).

#### 4.1.2 Peso seco de hoja

El peso seco de hoja en campo abierto a los 35 dds no fue detectado por la balanza, (Cuadro 5) al no generar ningún resultado numérico al momento del peso de la muestra seca debido a que la muestra era muy pequeña, por tanto estos datos no se pudieron analizar de manera bifactorial al no poder realizar la comparación para los ambientes y se elaboró su análisis de forma simple en bloques completos al azar. Para las plantas desarrolladas en las películas para acolchado no presentaron efecto significativo en ningún muestreo (Cuadro 5) en campo abierto y casa sombra. El peso seco de las hojas en las plantas del acolchado blanco y plata bajo casa sombra a los 35 dds, fue mayor que en las plantas del acolchado color aluminio; mientras que en los siguientes días de muestreo, los acolchados no muestran ninguna diferencia significativa entre sí (Cuadro 5). Las plantas crecidas en campo abierto arrojaron un mayor peso seco de la hoja a los 42 dds. El efecto de interacción de los ambientes de crecimiento con el color de las películas para acolchado no fue significativo en ninguna de las fechas de muestreo.

**Cuadro 5.** Comparación de medias para peso seco de hoja en campo abierto y casa sombra en el cultivo de melón en acolchado plástico de diversos colores, ciclo primavera-verano. CIQA 2011.

Tratamiento	Peso Seco de Hoja (g planta <sup>-1</sup> )		
	35 dds	42 dds	50 dds
<b>Campo Abierto</b>			
V	-	64.72	63.18
A	-	49	60.27
P	-	81.81	74.71
BN	-	73.08	80.15
NN	-	78.63	65.91
<b>P</b>	-	0.16	0.13
<b>Casa Sombra</b>			
V	16.97ab	38.34	79.31
A	11.01b	29.78	45.30
P	17.74a	31.04	75.38
BN	18.40a	41.11	78.27
NN	16.54ab	39.64	95.06
<b>P</b>	0.02	0.09	0.12
<b>Ambientes</b>			
CS	-	33.99b	74.67a
CA	-	69.45a	68.84a
<b>P</b>			
Amb (A)	-	<.01	0.43
Acol (B)	-	0.21	0.16
A x B	-	0.24	0.39

Tratamientos con la misma literal no difieren entre sí, Tukey  $P \leq 0.05$ . CS (Casa Sombra), CA (Campo Abierto), Amb (Ambiente), Acol (Acolchado), dds (días después de la siembra).

El peso seco de tallo en campo abierto a los 35 dds no fue detectado por la balanza, al igual que en hoja, por tanto se analizaron de igual manera estos datos a estos días de siembra (Cuadro 6); debido a que el tamaño de muestra era muy pequeño lo que no generó ningún resultado numérico al momento de peso de la muestra. Para las plantas crecidas en campo abierto y casa sombra a los 42 y 50 dds no fue significativa en el peso seco de tallo (Cuadro 6). Para los 35 dds en casa sombra el peso seco del tallo fue significativo en el acolchado plástico blanco lo que permitió un mayor peso seco de tallo en comparación con el aluminio. El efecto de interacción de los ambientes de crecimiento con el color de las películas para acolchado no fue significativo en ninguna de las fechas de muestreo.

**Cuadro 6.** Comparación de medias para peso seco de tallo en campo abierto y casa sombra en el cultivo de melón en acolchado plástico de diversos colores, ciclo primavera-verano. CIQA 2011.

Tratamiento	Peso Seco de Tallo (g planta <sup>-1</sup> )		
	35 dds	42 dds	50 dds
<b>Campo Abierto</b>			
V	-	41.40	43.09
A	-	32.37	40.20
P	-	46.17	45.15
BN	-	44.74	53.58
NN	-	48.38	45.47
<i>P</i>	-	0.25	0.11
<b>Casa Sombra</b>			
V	11.72ab	32.08	77.64
A	6.65b	21.52	27.85
P	10.96ab	26.27	68.35
BN	11.93a	31.30	71
NN	9.82ab	22.92	89.60
<i>P</i>	0.04	0.03	0.15
<b>Ambientes</b>			
CS	-	26.82b	66.88a
CA	-	42.61a	45.49b
<i>P</i>			
Amb (A)	-	<.01	0.01
Acol (B)	-	0.19	0.11
A x B	-	0.44	0.25

Tratamientos con la misma literal no difieren entre sí, Tukey  $P \leq 0.05$ . CS (Casa Sombra), CA (Campo Abierto), Amb (Ambiente), Acol (Acolchado), dds (días después de la siembra).

#### 4.1.3 Longitud de Tallo

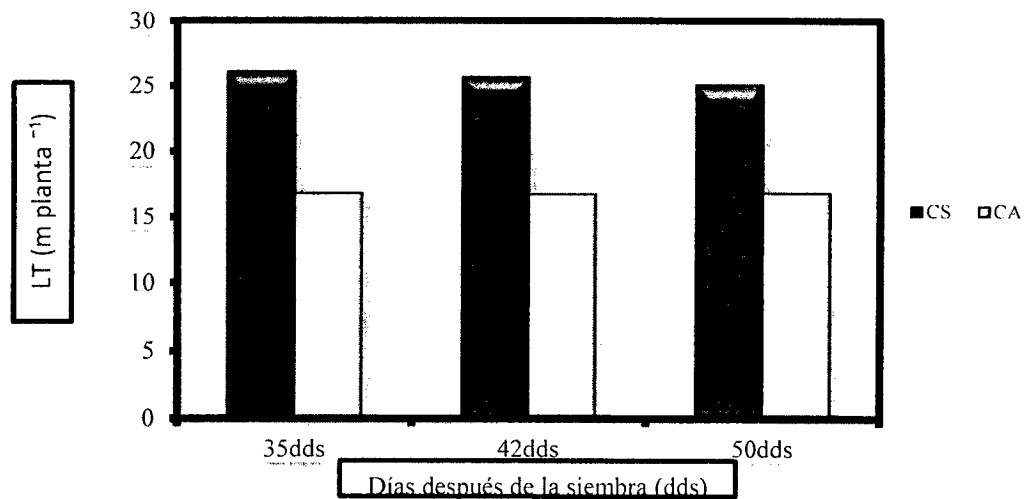
El color de las películas para acolchado evaluadas en el presente estudio tuvo un efecto significativo sobre la longitud de las plantas en el muestreo realizado a los 35 dds, sin embargo en muestreos posteriores no se detectó significancia estadística (Cuadro 7). Sin considerar el efecto del ambiente sobre el cultivo, el acolchado de color verde permitió el desarrollo de una mayor longitud en las plantas a los 35 dds comparado con el plástico aluminizado. Considerando el efecto del acolchado en su respectivo ambiente, en casa sombra las plantas mostraron una longitud numéricamente mayor a las crecidas en campo abierto, sin embargo no se detectó ningún efecto significativo en las plantas crecidas en su respectivo ambiente a los 35, 42 y 50 dds (cuadro 19 del apéndice). Las plantas crecidas en casa sombra, desarrollaron una longitud significativamente mayor que aquellas crecidas en campo abierto

en todos los muestreos realizados (Cuadro 7). En promedio este efecto de la casa sombra, permitió el desarrollo de plantas con un 97% de mayor longitud. La interacción entre el efecto del ambiente de crecimiento con el color de las películas para acolchado no fue significativa en ninguna de las fechas de muestreo.

**Cuadro 7.** Comparación de medias para longitud de tallo en la interacción campo abierto y casa sombra en el cultivo de melón en acolchado plástico de diversos colores, ciclo primavera-verano. CIQA 2011.

Tratamiento	Longitud de Tallo (m planta <sup>-1</sup> )		
	35 dds	42 dds	50 dds
<b>Acolchados</b>			
V	1.02a	1.71a	2.27 <sup>a</sup>
A	0.77b	1.66a	2.17 <sup>a</sup>
P	0.88ab	1.75a	2.36 <sup>a</sup>
BN	0.91ab	1.76a	2.30 <sup>a</sup>
NN	0.95ab	1.71a	2.32 <sup>a</sup>
<b>Ambientes</b>			
CS	1.22a	2.19a	3.11a
CA	0.59b	1.25b	1.46b
<b>P</b>			
Amb (A)	0.02	0.86	0.84
Acol (B)	<0.01	<0.01	<0.01
A x B	0.17	0.34	0.94

Tratamientos con la misma literal no difieren entre sí, Tukey  $P \leq 0.05$ , CS (Casa Sombra), CA (Campo Abierto), Amb (Ambiente), Acol (Acolchados), dds = días después de siembra.



**Figura 2.** Comportamiento de la longitud de tallo (LT) en tres fechas de muestreo durante el crecimiento de cultivo de melón en los Ambientes Casa sombra (CS) y Campo abierto (CA).

## 4.2 Unidades calor

El color de las películas para acolchado sin considerar el ambiente de cultivo, no tuvo un efecto significativo sobre las unidades calor de las plantas en los muestreos realizado a los 35, 42, 50 y 60 dds, al igual que las plantas crecidas en casa sombra y campo abierto (Cuadro 8). Considerando el efecto del color del acolchado en su respectivo ambiente, en campo abierto se detectó un efecto significativo en todos los muestreos realizados para unidades calor durante el crecimiento del cultivo (Cuadro 20 del apéndice), en todos los muestreos realizados las unidades calor fueron significativamente mayor en las plantas acolchadas con plástico aluminizado, seguido de las plantas acolchadas con plástico verde y negro respectivamente (Cuadro 20 del apéndice). La interacción entre el efecto del ambiente de crecimiento con el color de las películas para acolchado fue significativa en todas las fechas de muestreo con excepción de los 35 dds (Cuadro 8).

**Cuadro 8.** Comparación de medias para unidades calor en la interacción campo abierto y casa sombra en el cultivo de melón en acolchado plástico de diversos colores, ciclo primavera-verano. CIQA 2011.

Tratamientos	Unidades Calor			
	35 dds	42 dds	50 dds	60 dds
<b>Acolchados</b>				
V	16.38	16.32	16.12	15.65
A	19.43	18.35	17.83	17.23
P	17.74	17.41	17.10	16.70
BN	16.46	16.30	16.14	16.35
NN	17.04	17.07	16.72	16.40
<b>Ambientes</b>				
CS	18.12	17.74	17.08	16.78
CA	16.71	16.44	16.49	16.16
<b>P</b>				
Amb (A)	0.09	0.07	0.36	0.33
Acol (B)	0.13	0.34	0.43	0.62
A x B	0.10	0.03	0.03	0.05

Tratamientos con la misma literal no difieren entre sí, Tukey  $P \leq 0.05$ . CS (Casa Sombra), CA (Campo Abierto, Amb (Ambiente), Acol (Acolchados), dds = días después de siembra.

### 4.2.1 Temperatura de suelo

#### 4.2.1.1 Temperatura media del suelo

La temperatura media sin considerar el efecto del ambiente de cultivo, en las diferentes películas para acolchado fue no significativa durante todo el ciclo de cultivo. (Cuadro 9).

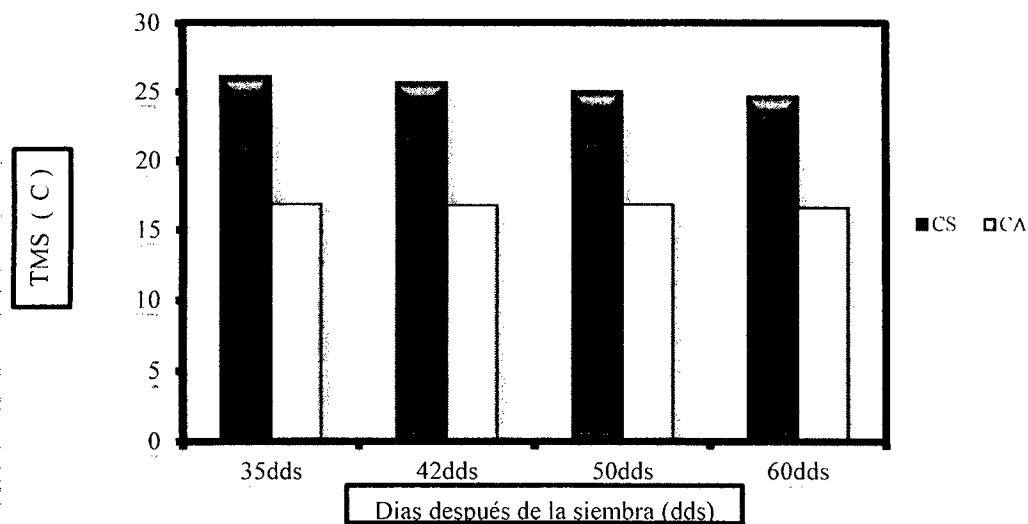
Considerando el color del acolchado en sus respectivos ambientes se detectó significancia estadística en condiciones de campo abierto durante todas las fechas de muestreo en el cultivo (Cuadro 21 del apéndice), en el muestreo realizado a los 35 dds la temperatura media fue superior en el acolchado plástico plata, seguido del acolchado plástico verde y negro respectivamente. Siendo a los 42, 50 y 65 dds significativamente mayor en las plantas acolchadas con plástico verde, plata y negro (Cuadro 21 apéndice), los acolchados plásticos en casa sombra y campo abierto fueron significativos teniendo una mayor temperatura media en casa sombra (Cuadro 9) que en campo abierto en todos los días de muestreo, 35, 42, 50 y 60 dds. La interacción entre el efecto del ambiente de crecimiento con el color de las películas para acolchado no mostró ninguna significancia en todas las fechas de muestreo para temperatura media (Cuadro 9).

**Cuadro 9.** Comparación de medias para temperatura media en la interacción campo abierto y casa sombra en el cultivo de melón en acolchado plástico de diversos colores, ciclo primavera-verano. CIQA 2011.

Tratamiento	Temperatura Media del Suelo (°C)			
	35 dds	42 dds	50 dds	60 dds
<b>Acolchados</b>				
V	27.91	27.67	27.31	26.96
A	28.95	27.62	26.76	26.37
P	28.07	27.68	27.27	26.89
BN	26.83	26.59	26.31	26.15
NN	27.37	27.16	26.84	26.54
<b>Ambientes</b>				
CS	28.82a	28.23a	27.41a	27.02a
CA	26.84b	26.46b	26.39b	26.14b
<b>P</b>				
Amb (A)	0.02	0.01	0.01	0.01
Acol (B)	0.54	0.44	0.16	0.14
A x B	0.35	0.37	0.58	0.59

Tratamientos con la misma literal no difieren entre sí, Tukey  $P \leq 0.05$ , CS (Casa Sombra), CA (Campo Abierto), Amb (Ambiente), Acol (Acolchados), dds = días después de siembra.





**Figura 3.** Comportamiento de la temperatura media del suelo (TMS) en las fechas de muestreo durante el crecimiento de cultivo de melón en los Ambientes, Casa Sombra (CS) y Campo Abierto (CA).

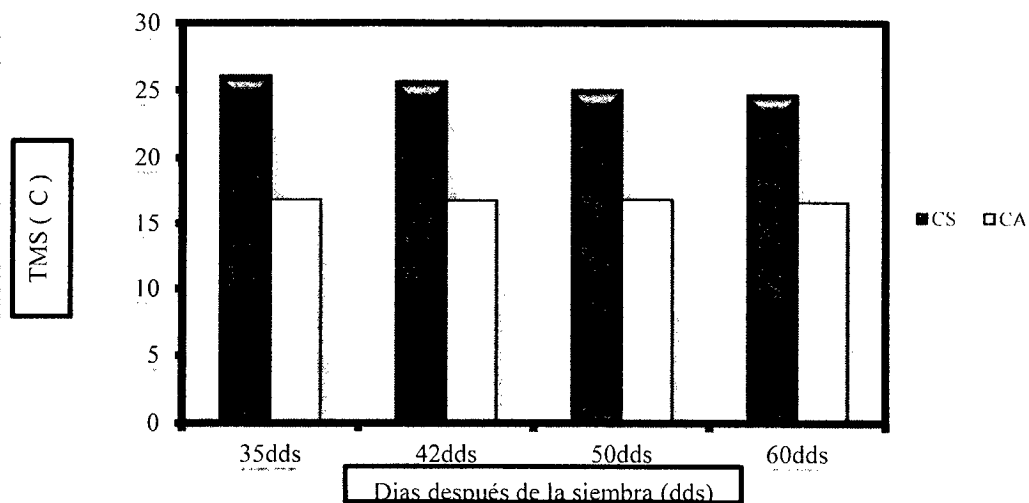
#### 4.2.1.2 Temperatura máxima del suelo

El color de las películas para acolchado sin considerar el efecto del ambiente de cultivo, no tuvo efecto significativo sobre la temperatura máxima del suelo de los muestreos realizados (Cuadro 10). Considerando el efecto del acolchado en los ambientes de cultivo, se detectó significancia estadística en condiciones de campo abierto durante todas las fechas de muestreo (Cuadro 22 del apéndice), la temperatura máxima fue significativamente mayor en las plantas acolchadas con plástico verde, seguido del acolchado plástico aluminizado y negro respectivamente, excepto durante los 35 dds donde las plantas acolchadas con plástico aluminizado fueron significativamente mayor en comparación de las plantas crecidas con acolchado plástico verde, seguidas de las plantas acolchadas con plástico negro (Cuadro 22 de apéndice). Los acolchados en casa sombra y campo abierto tuvieron un efecto significativo en la temperatura máxima en los días de muestreo, teniendo en promedio los acolchados de campo abierto 6 grados más que en casa sombra. La interacción entre el efecto del ambiente de crecimiento con el color de las películas para acolchado no mostró ninguna significancia (Cuadro 10).

**Cuadro 10.** Comparación de medias para temperatura máxima en la interacción campo abierto y casa sombra en el cultivo de melón en acolchado plástico de diversos colores, ciclo primavera-verano. CIQA 2011.

Tratamiento	Temperatura Máxima del Suelo (°C)			
	35 dds	42 dds	50 dds	60 dds
<b>Acolchados</b>				
V	31.2	31.00	30.75	30.22
A	34.62	33.79	33.59	32.98
P	34.62	34.06	33.58	33.06
BN	32.92	32.54	32.28	32.49
NN	33.6	33.61	33.08	32.76
<b>Ambientes</b>				
CS	30.16b	29.83b	29.13b	28.87b
CA	36.63a	36.16a	36.18a	35.73a
<b>P</b>				
Amb (A)	0.01	0.01	<0.01	<0.01
Acol (B)	0.46	0.57	0.58	0.59
A x B	0.10	0.09	0.09	0.13

Tratamientos con la misma literal no difieren entre sí, Tukey  $P \leq 0.05$ . CS (Casa Sombra), CA (Campo Abierto), Amb (Ambiente), Acol (Acolchados), dds = días después de siembra.



**Figura 4.** Comportamiento de la temperatura máxima del suelo (TMS) en las fechas de muestreo durante el crecimiento de cultivo de melón en los Ambientes Casa sombra (CS y Campo abierto (CA).

#### 4.2.1.3 Temperatura mínima del suelo

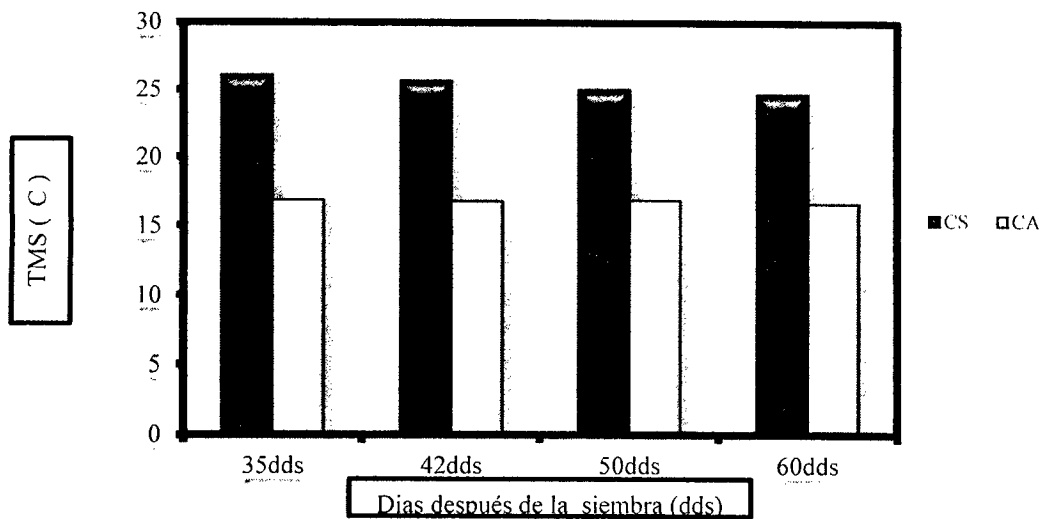
La temperatura mínima en las películas para acolchado, sin considerar el efecto del ambiente de cultivo, durante todo el ciclo de muestreo, fue significativa para el acolchado plástico aluminizado durante los 35, 42, 50 y 60 dds. (Cuadro 11). Considerando el efecto del

color del acolchado en los respectivos ambientes de cultivo en campo abierto se detectó un efecto significativo para todas las fechas de muestreo (Cuadro 23 del apéndice), en todos los muestreos realizados la temperatura mínima tuvo un efecto significativo para las plantas cultivadas en el acolchado plástico aluminizado seguido de las plantas cultivadas en el acolchado plástico verde (Cuadro 23 del apéndice). Los acolchados en casa sombra y campo abierto mostraron significancia durante todas las etapas de muestreo. La interacción entre el efecto del ambiente de crecimiento con el color de las películas para acolchado no mostró ninguna significancia excepto a los 50 dds (Cuadro 11).

**Cuadro 11.** Comparación de medias para temperatura mínima en la interacción campo abierto y casa sombra en el cultivo de melón en acolchado plástico de diversos colores, ciclo primavera-verano. CIQA 2011.

Tratamiento	Temperatura Mínima del Suelo (°C)			
	35 dds	42 dds	50 dds	60 dds
<b>Acolchados</b>				
V	21.57ab	21.65ab	21.49ab	21.09ab
A	24.26a	22.91a	22.08a	21.49 <sup>a</sup>
P	20.85ab	20.77ab	20.60ab	20.33ab
BN	20.00b	20.06b	20.01b	20.20ab
NN	20.50ab	20.54b	20.38b	20.04b
<b>Ambientes</b>				
CS	26.07a	25.66a	25.03a	24.68a
CA	16.80b	16.72b	16.80b	16.58b
<b>P</b>				
Amb (A)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Acol (B)	0.03	0.01	0.01	0.01
A x B	0.88	0.40	0.05	0.07

Tratamientos con la misma literal no difieren entre sí, Tukey  $P \leq 0.05$ . CS (Casa Sombra), CA (Campo Abierto), Amb (Ambiente), Acol (Acolchados), dds = días después de siembra.



**Figura 5.** Comportamiento de la temperatura mínima de suelo (TMS) en las fechas de muestreo durante el crecimiento de cultivo de melón en los Ambientes, Casa Sombra (CS) y Campo Abierto (CA).

### 4.3 Variables fisiológicas

El color de los acolchados plásticos, sin considerar el efecto del ambiente de cultivo, no tuvo ningún efecto significativo en los análisis fisiológicos realizados durante los 35 dds (Cuadro 12). Considerando el color del acolchado, en los respectivos ambientes de cultivo, no se detectó significancia estadística en las plantas crecidas en campo abierto y casa sombra (Cuadro 24 del apéndice), de todos los muestreos realizados, la conductancia estomática (CE) y transpiración, numéricamente fue mayor en las plantas acolchadas con plástico verde seguido de las plantas crecidas con plástico negro para Temp hoja (Temperatura de la hoja) (Cuadro 24 del apéndice). Los acolchados plásticos en casa sombra y campo abierto fueron significativos para cada una de las variables a los 35 dds siendo mayor en radiación fotosintéticamente activa (RFA), temperatura de la hoja (Temp hoja), conductancia estomática (CE) y transpiración en campo abierto, siendo en casa sombra el CO<sub>2</sub> ambiental, contenido intercelular de CO<sub>2</sub> (CINT), significativamente mayor en las plantas cultivadas bajo estas condiciones ambientales (Cuadro 12). La interacción entre el efecto del ambiente de crecimiento con el color de las películas para acolchado no mostró ninguna significancia durante los 35 dds (Cuadro12).

**Cuadro 12.** Comparación de medias para análisis fisiológicos evaluados a los 35 dds en la interacción campo abierto y casa sombra en el cultivo de melón en acolchado plástico de diversos colores, ciclo primavera-verano. CIQA 2010.

	RFA $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$	Temp hoja $^{\circ}\text{C}$	CO <sub>2</sub> ppm	CINT ppm	Fotosíntesis $\mu\text{mol CO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$	CE $\text{cm s}^{-1}$	Transpiración $\mu\text{gH}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$
<b>Acolchados</b>							
V	1058.50	33.14	312.76	312.67	5.81	1.53	10.37
A	922.30	33.67	320.62	281.32	6.02	1.42	10.51
P	879.90	33.66	320.60	297.59	5.44	1.39	10.35
BN	946.30	33.49	327.06	282.82	7.19	1.41	10.51
NN	1010.50	33.71	348.41	307.93	6.70	1.32	10.17
<b>Ambientes</b>							
CA	1500.30a	34.44a	301.07b	269.25b	5.311 <sup>a</sup>	1.62a	11.46a
CS	426.60b	32.63b	350.71a	323.68a	7.156 <sup>a</sup>	1.20b	9.32b
<b>P</b>							
Amb (A)	<0.01	0.01	0.00	0.01	0.05	0.00	<0.01
Acol (B)	0.88	0.97	0.31	0.82	0.74	0.73	0.92
A x B	0.85	0.93	0.68	0.89	0.30	0.46	0.79

Tratamientos con la misma literal no difieren entre sí. Tukey  $P \leq 0.05$ . CS (Casa Sombra), CA (Campo Abierto), Amb (Ambiente), Acol (Acolchados). dds = días después de siembra. radiación fotosintéticamente activa (RFA), contenido intercelular de CO<sub>2</sub> (CINT), conductancia estomática (CE), temperatura (Temp).

Para los análisis fisiológicos a los 42 dds las películas para acolchados, sin considerar el efecto del ambiente del cultivo, no mostraron ningún efecto significativo en ninguna de las variables analizadas (Cuadro 13). Considerando el color del acolchado en los respectivos ambientes de cultivo no se detectó significancia estadística en condiciones de campo abierto y casa sombra respectivamente durante todo el ciclo de cultivo (Cuadro 25 apéndice). Los acolchados plásticos en casa sombra y campo abierto fueron significativos para cada una de las variables (Cuadro 13) mostrando la misma tendencia en las variables que a los 35 dds excepto en la temperatura de la hoja. La interacción entre el efecto del ambiente de crecimiento con el color de las películas para acolchado no mostró ninguna significancia a los 42 dds (Cuadro 13).

Las películas para acolchados sin considerar el ambiente de cultivo, no mostraron significancia en las diferentes variables fisiológicas evaluadas a los 50 dds (Cuadro 14). Considerando el color del acolchado en los respectivos ambientes de cultivo no se detectó significancia estadística en condiciones de casa sombra y campo abierto (Cuadro 26 del apéndice). Las plantas crecidas en los acolchados plásticos en casa sombra y campo abierto mostraron significancia estadística teniendo la misma tendencia que a los 35 dds y 42 dds para cada variable evaluada, excepto en temperatura de la hoja (Cuadro 14). Mientras la interacción entre el efecto de las películas para acolchado y el ambiente de crecimiento no mostró ninguna significancia a los 50 dds (Cuadro 14).

**Cuadro 13.** Comparación de medias para análisis fisiológicos evaluados a los 42dds en la interacción campo abierto y casa sombra en el cultivo de melón en acolchado plástico de diversos colores, ciclo primavera-verano. CIQA 2011.

	RFA $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$	Temp hoja $^{\circ}\text{C}$	CO <sub>2</sub> ppm	CINT ppm	Fotosíntesis $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$	CE $\text{cm s}^{-1}$	Transpiración $\mu\text{gH}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$
<b>Acolchados</b>							
V	1003.07	34.05	319.78	276.83	7.958	1.57	11.52
A	986.85	35.08	321.20	280.01	6.038	1.36	11.71
P	937.72	35.14	345.72	297.18	5.742	1.10	10.49
BN	1041.24	34.89	366.09	319.89	5.913	1.15	10.75
NN	1021.86	34.80	319.05	269.54	7.493	1.38	11.62
<b>Ambientes</b>							
CA	1619.36a	35.04a	303.14b	269.33b	5.87a	1.54a	12.17a
CS	376.94b	34.54a	365.59a	308.05a	7.38a	1.08b	10.26b
<b>P</b>							
Amb (A)	<0.01	0.41	0.00	0.00	0.05	0.00	<0.01
Acol (B)	0.72	0.79	0.10	0.08	0.24	0.10	0.16
A x B	0.61	0.85	0.42	0.55	0.11	0.80	0.40

Tratamientos con la misma literal no difieren entre sí, Tukey  $P \leq 0.05$ . CS (Casa Sombra), CA (Campo Abierto), Amb (Ambiente), Acol (Acolchados), dds = días después de siembra, radiación fotosintéticamente activa (RFA), contenido intercelular de CO<sub>2</sub> (CINT), conductancia estomática (CE), temperatura (Temp).

**Cuadro 14.** Comparación de medias para análisis fisiológicos evaluados a los 50 dds en la interacción campo abierto y casa sombra en el cultivo de melón en acolchado plástico de diversos colores, ciclo primavera-verano. CIQA 2011.

	RFA $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$	Temp hoja $^{\circ}\text{C}$	CO <sub>2</sub> ppm	CINT ppm	Fotosíntesis $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$	CE $\text{cm s}^{-1}$	Transpiración $\mu\text{gH}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$
<b>Acolchados</b>							
V	965.70a	30.73a	317.85a	285.83a	5.97a	1.78a	9.42a
A	961.40a	30.67a	323.70a	293.47a	5.86a	1.77a	9.50a
P	1058.70a	30.77a	300.48a	270.47a	6.27a	1.85a	9.68a
BN	1168.00a	30.96a	337.23a	304.06a	7.06a	1.90a	9.84a
NN	1229.10a	31.29a	300.62a	269.65a	6.78a	2.17a	10.27a
<b>Ambientes</b>							
CA	1819.00a	31.26a	282.73b	256.28a	6.74a	2.34a	10.72a
CS	334.20b	30.51a	349.22a	256.28b	6.04a	1.44b	8.77b
<b>P</b>							
Amb (A)	<0.01	0.26	<0.01	0.00	0.38	<0.01	0.01
Acol (B)	0.60	0.97	0.26	0.38	0.84	0.39	0.80
A x B	0.47	0.97	0.35	0.46	0.57	0.47	0.86

Tratamientos con la misma literal no difieren entre sí. Tukey  $P \leq 0.05$ . CS (Casa Sombra), CA (Campo Abierto), Amb (Ambiente), Acol (Acolchados). dds = días después de siembra. radiación fotosintéticamente activa (RFA), contenido intercelular de CO<sub>2</sub> (CINT), conductancia estomática (CE), temperatura (Temp).



#### 4.4 Análisis nutrimental

En el análisis nutrimental de las plantas cultivadas en las películas para acolchado sin considerar el efecto del ambiente de cultivo no tuvo un efecto significativo a excepción del elemento Calcio (Ca), mostrándose significativamente mayores los acolchados verde, plata, blanco y negro con relación al color aluminio (Cuadro 15). Considerando el color del acolchado en los respectivos ambientes de cultivo, se detectó un efecto significativo en condiciones de campo abierto para el elemento Calcio (Cuadro 27 del apéndice). Siendo las plantas cultivadas en los acolchados plásticos verde, plata, blanco y negro significativamente mayores a las plantas cultivadas en el acolchado plástico aluminio (Cuadro 27 del apéndice). Los acolchados plásticos en casa sombra y campo abierto fueron significativos en cada uno de los elementos, excepto en el elemento Hierro en donde para ambos ambientes de crecimiento fue no significativo (Cuadro 15). La interacción entre el efecto de las películas para acolchado y el ambiente de crecimiento no fue significativo para todos los elementos analizados excepto para Calcio.

**Cuadro 15.** Comparación de medias para análisis nutrimentales en hoja en la interacción campo abierto y casa sombra en el cultivo de melón en acolchado plástico de diversos colores, ciclo primavera-verano. CIQA 2011.

Análisis Nutrimentales de Hoja								
	N (mmol)	P (mmol)	K (mmol)	Cu (ppm)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	Ca (ppm)
<b>Acolchados</b>								
V	547.60	4.60	40.60	126.80	219.99ab	47.30	23.50	46015.70a
A	547.60	2.40	41.80	84.00	215.00ab	49.80	23.30	28887.90b
P	532.10	5.10	40.20	92.30	171.33ab	45.30	21.90	45987.70a
BN	816.70	4.30	42.70	110.00	234.65a	47.70	23.70	45987.70a
NN	704.80	2.90	40.00	101.60	140.23b	44.60	20.20	45932.10a
<b>Ambientes</b>								
CS	1035.24a	5.55a	47.57a	131.73a	187.45a	51.54a	32.95a	45333.30a
CA	224.29b	2.13b	34.54b	74.13b	205.03a	42.32b	12.10b	39791.10b
<b>P</b>								
Amb (A)	<0.01	0.03	<0.01	0.01	0.33	0.00	<0.01	<.01
Acol (B)	0.07	0.75	0.45	0.36	0.01	0.73	0.51	<.01
A x B	0.44	0.61	0.25	0.87	0.87	0.44	0.95	<.01

Tratamientos con la misma literal no difieren entre sí, Tukey  $P \leq 0.05$ . CS (Casa Sombra), CA (Campo Abierto). NS No Significativo. Amb (Ambiente), Acol (Acolchados), dds = días después de siembra.

#### 4.5 Evaluación del rendimiento

Las películas para acolchado, sin considerar el efecto del ambiente de cultivo, no mostraron significancia en el peso fresco vegetativo, rendimiento comercial y peso de fruto en el cultivo de melón (Cuadro 16). Considerando el efecto del acolchado con su respectivo ambiente, no se detectó un efecto significativo en las plantas cultivadas en acolchados plásticos en casa sombra y campo abierto (Cuadro 28 del apéndice). Aunque estadísticamente no se detectó un efecto significativo, numéricamente las plantas cultivadas en los acolchados plásticos en campo abierto cuentan con un mayor rendimiento en toneladas por hectárea que las plantas cultivadas en casa sombra (Cuadro 28 del apéndice). La casa sombra tuvo un comportamiento superior ( $p < 0.05$ ) en peso fresco vegetativo que el campo abierto, sin embargo, el rendimiento comercial tuvo un comportamiento inverso. Las plantas crecidas en los acolchados plásticos en campo abierto registraron un rendimiento en toneladas por hectárea significativamente mayor que las plantas cultivadas en acolchados plásticos en casa sombra (Cuadro 16). La interacción entre el efecto de las películas para acolchado y el ambiente de crecimiento no fue significativa para estas variables en rendimiento (Cuadro 16).

**Cuadro 16.** Comparación de medias para rendimiento y peso fresco vegetativo en la interacción campo abierto y casa sombra en el cultivo de melón en acolchado plástico de diversos colores, ciclo primavera-verano. CIQA 2011.

Tratamiento	Peso Fresco Vegetativo Kg 10 plantas <sup>-1</sup>	Rendimiento Comercial Kg planta <sup>-1</sup>	ton ha <sup>-1</sup>
<b>Acolchados</b>			
V	9.89	2.28	37.13
A	9.05	2.11	35.17
P	9.55	2.44	40.67
BN	9.94	2.68	44.67
NN	8.96	2.44	40.67
<b>Ambientes</b>			
CS	12.08a	1.74b	28.33b
CA	6.87b	3.04a	49.51a
<b>P</b>			
Amb (A)	<0.01	<0.01	<0.01
Acol (B)	0.92	0.47	0.47
A x B	0.79	0.64	0.64

Tratamientos con la misma literal no difieren entre sí, Tukey  $P \leq 0.05$ . CS (Casa Sombra), CA (Campo Abierto.), Amb (Ambiente), Acol (Acolchados), dds = días después de siembra.

## V. DISCUSIÓN

### 5.1 Área foliar

Para esta variable se muestra significancia a los 35 y 50 dds, mostrando una mayor área foliar las plantas crecidas en las películas para acolchado de colores como el blanco/negro y el negro con respecto a las plantas crecidas en acolchados de colores claros como el aluminio. Asimismo, en tales muestreos, las plantas crecidas en casa sombra mostraron una mayor área foliar comparado con aquellas en campo abierto, lo que fue independiente de los colores del acolchado ya que no se detectó interacción. La temperatura media del suelo en los acolchados ubicados dentro de la casa sombra fue mayor que en los acolchados en campo abierto, así mismo las temperaturas mínimas tuvieron similar comportamiento que las temperaturas medias. En particular, los acolchados aluminizado y el plata fueron los que provocaron las mayores temperaturas en el suelo, sin embargo, en las plantas en campo abierto, la mayor temperatura del suelo ocasionada por los plásticos aluminizados y verdes estuvo asociado con una disminución en el área foliar.

El incremento del área foliar en plantas bajo condiciones de casa sombra a pesar de la menor disponibilidad de radiación posiblemente es debido a que las plantas en tales condiciones requieren superar las deficiencias en fotosíntesis y destinan una mayor proporción de los carbohidratos que producen hacia la formación de hojas (Gawronska y *colaboradores*, 1990). Se ha demostrado que las plantas pueden ajustarse a un ambiente de menor radiación aumentando el área foliar específica y resultados similares a los observados en el presente estudio han sido reportados por Kittas y *colaboradores* (2009), quienes describen los efectos de sombreado sobre el crecimiento y desarrollo del cultivo de tomate, encontrando que en casa sombra las plantas contaban con un mayor índice de área foliar comparado con aquellas en condiciones de campo abierto. Sin embargo, el aumento del área foliar que se observó en las plantas de melón en casa sombra también puede estar relacionado con el aumento en la temperatura de suelo detectado en tal condición ambiental, ya que ésta, además de favorecer la mineralización del nitrógeno, ayuda a la absorción de nutrientes, como se detectó también en el presente estudio, con excepción del Hierro. Se ha reportado que al aumentar la temperatura de la zona radical se presenta un incremento en la absorción de P, Zn y Mn en melón (Klock y

colaboradores, 1996) en tanto que en tomate se ha detectado un aumento en el contenido de todos los nutrimentos, con excepción del boro y cobre (Klock y colaboradores, 1996).

## 5.2 Peso seco

En casa sombra las plantas acumularon una mayor biomasa que las plantas en campo abierto. La acumulación de biomasa está relacionada directamente con la radiación hasta alcanzarse el punto de saturación por luz. Según Öquist (1992) en plantas de *Pisum sativum L.* la fotosíntesis neta se mantiene constante cuando la radiación fotosintéticamente activa alcanza los  $400 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  hasta los  $1800 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , por lo que se puede deducir que en condiciones no limitantes de radiación, otros factores como la temperatura pueden volverse críticos para determinar el crecimiento de las plantas. En el presente estudio, la biomasa acumulada pudo estar relacionada directamente con la acumulación de unidades calor. A pesar de que no hubo significancia para ninguno de los dos ambientes ni entre los acolchados, si se detectó una interacción significativa en dos de los muestreos realizados; esta interacción indica que las unidades calor acumuladas en el suelo acolchado con plásticos blanco/negro, negro y plata en casa sombra son mayores que las acumuladas en campo abierto. El crecimiento de las plantas está relacionado tanto con la radiación como con la temperatura (Liu y Heins, 2002); lo cual quedó evidenciado en el presente estudio ya que la acumulación de unidades calor en el suelo en condiciones de campo abierto tuvo un efecto negativo sobre la biomasa de las hojas, en tanto que en casa sombra una mayor acumulación de unidades calor estuvo relacionado con un aumento en la biomasa foliar, sin embargo, aun en casa sombra una acumulación excesiva de unidades calor se reflejó en una menor biomasa.

La casa sombra, mostró un mayor peso seco de hoja a los 35 dds en plantas con acolchado plástico de color blanco y plata, y en peso seco de tallo las plantas en acolchado de color blanco de igual manera este fue mayor a los 50 dds. Algunos autores mencionan que la disminución de la disponibilidad lumínica se contrarresta con el incremento de la biomasa hacia hojas y tallos (Sultan, 2003; Kroon y colaboradores, 2005), sugiriendo que en la casa sombra se puede promover una mayor producción de materia seca vegetativa. Lo anterior implica que dentro de casa sombra se puede llegar a producir una alta humedad relativa durante el día debido a la mayor transpiración resultante de una mayor superficie foliar, lo

que finalmente se puede traducir en una reducción de la biomasa y la producción al disminuir el déficit de presión de vapor y el intercambio gaseoso a través de los estomas, con la consecuente caída en la fotosíntesis (Caldari, 2007). En un estudio se reporta que en promedio, las plantas de pepino sombreadas se adaptaron a su entorno mediante la producción de mayor área foliar, pero con un sistema de raíz muy pequeño, asociado con que había un incremento de la resistencia al movimiento del agua en la hoja. Los pepinos bajo sombra produjeron menos materia seca total y proporcionalmente se dispuso de más materia seca en hojas y tallos (Smith y colaboradores, 1984); esto fue corroborado en el presente estudio ya que se detectó una menor cantidad de materia seca en plantas en casa sombra a los 42 dds. Páez y López (2000) mencionan que en algunas especies, el efecto del sombreado sobre el aumento de la materia seca total distribuida hacia las hojas, es menor en relación con el efecto sobre el área foliar específica.

Similar a lo reportado anteriormente, los acolchados aluminizado y plata fueron los que provocaron las mayores temperaturas en el suelo, sin embargo, en condiciones de campo abierto, la mayor temperatura del suelo cuando se emplearon los plásticos aluminizado y verde estuvo asociado con un menor peso seco de plantas.

### **5.3 Temperatura**

Aunque las unidades calor no mostraron significancia para los tratamientos en acolchados en casa sombra y campo abierto, la diferencia en temperaturas del suelo fue notoria. La temperatura media del suelo fue mayor en casa sombra que en campo abierto en todas las fechas de muestreo, lo que demuestra la capacidad de la casa sombra como protección. En contraste, la temperatura máxima del suelo mostró un incremento en campo abierto en comparación con casa sombra. Esto se puede deber a que en campo abierto la temperatura del suelo se eleva en función de la temperatura ambiental, pero al decaer esta durante la noche la temperatura del suelo disminuye rápidamente; en contraste, la temperatura máxima del suelo en condiciones de casa sombra no se eleva demasiado pero esta se sostiene durante una mayor parte del día. Lo anterior puede favorecer los requerimientos del cultivo de melón ya que este es muy demandante en cuanto a altas temperaturas (Villa y colaboradores, 2001).

La mayor temperatura máxima del suelo en campo abierto con respecto a casa sombra, también puede ser explicada por la malla que sin importar el color, reduce la radiación que llega al suelo. Obviamente, mientras más alto el factor de sombra, más radiación será bloqueada. Algunos autores como Stamps (2009) mencionan que la reducción de la radiación afecta la temperatura (del aire, a la planta, y al suelo) y la humedad relativa.

Según Caldari (2007) un cultivo regado por la mañana empieza a trabajar más tarde ya que la primera energía disponible deberá cederla a las hojas para poder evaporar el agua de su superficie. Suponiendo durante las mañanas dentro de casa sombra y ante mayor área foliar, un follaje denso influyó en la temperatura de la cama acolchada con película plástica.

Analizando los resultados de manera independiente, se detecta que en condiciones de campo abierto el color del acolchado modificó la temperatura del suelo. En general, los plásticos verde y aluminizado causaron una mayor temperatura máxima del suelo. Quezada y col. (2011) indican que con los plásticos azul, transparente y rojo se supera la temperatura del suelo comparado con la lograda con los de color negro, blanco, café y plata.

En la práctica comercial, el acolchado consiste en cubrir el suelo con una película de polietileno negro con objeto de aumentar la temperatura del suelo y otros beneficios. Esto se puede deber a que el acolchado negro es un cuerpo negro opaco y absorbente de la longitud de onda visible y radiación solar. Debido a la conductividad térmica del suelo esta radiación es absorbida relativamente y el acolchado plástico puede transferirla hacia el suelo por conducción en forma de calor si es que hay un buen contacto entre el acolchado plástico y la superficie del suelo (Lament, 1993). Sin embargo, en el presente estudio se observó que la temperatura máxima del suelo no fue aquella en la que se empleó el plástico negro como acolchado sino en los cubierto con acolchados verde y plata. Esto se puede deber a que en este caso los acolchados no favorecieron el crecimiento y desarrollo de las plantas, permitiendo que la radiación incidiera directamente sobre la superficie del acolchado, elevando así la temperatura del suelo.

#### **5.4 Variables fisiológicas**

Las variables fisiológicas, temperatura de la hoja, CO<sub>2</sub>, fotosíntesis, conductividad estomática y transpiración) en los dos ambientes de crecimiento no mostraron efecto significativo entre las plantas crecidas en los diferentes tipos de películas para acolchado.

Durante el desarrollo del cultivo las variables se comportaron similares a los 35, 42 y 50 dds, mientras que en las plantas cultivadas en campo abierto la RFA fue superior con respecto a casa sombra durante todo el ciclo de cultivo.

La luz y la conductancia estomática limitan la tasa de fotosíntesis. En casa sombra, debido al ambiente y el aumento de área foliar y humedad relativa, se tuvo las condiciones propicias como el sombreado de las hojas para que estas fueran menos eficientes en la fotosíntesis. Sin embargo, en el presente estudio no se logró determinar un efecto del ambiente de cultivo sobre la tasa fotosintética ya que tanto en condiciones de campo abierto como en casa sombra esta fue muy similar y estadísticamente no se rechazó la hipótesis nula. A pesar de la no significancia estadística, la fotosíntesis de plantas en casa sombra fue un 27% mayor que las de campo abierto, contrario a lo esperado. La mayor fotosíntesis neta observada en condiciones de casa sombra se puede deber a una menor tasa de respiración en las plantas en tal ambiente, con lo cual el balance neto entre el CO<sub>2</sub> fijado y el CO<sub>2</sub> que se libera es más amplio, resultando en lecturas más altas de fotosíntesis neta. Según Rook (2012) una mayor temperatura afecta negativamente la tasa de fotosíntesis, sin embargo, en el presente estudio no se detectó diferencia entre la temperatura de la hoja en plantas desarrolladas en ambos ambientes, por lo que este argumento no puede ser sostenido. Debido a esto, es probable que en condiciones de campo abierto la radiación total incidente podría haber causado la inhibición de fotosistema II, fenómeno conocido como fotoinhibición, como lo reportaron Öquist y colaboradores (1992), quienes indican que en niveles de 1700  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  es una condición que conduce a un daño en el aparato fotosintético, lo cual se traduce en una menor tasa fotosintética. Este nivel es muy cercano o incluso superado por las mediciones de radiación realizadas en el presente estudio cuando se cuantificó la tasa fotosintética.

La conductancia estomática es una medida del grado en el que el estoma se abre. Su función facilita la asimilación del CO<sub>2</sub> necesario para la fotosíntesis, y para permitir el paso de vapor de agua de la planta a la atmosfera, es decir, la transpiración. Por ello se mostró una fotosíntesis estadísticamente similar entre los dos ambientes. Y una asimilación de CO<sub>2</sub> mayor a los 42 y 50 dds para casa sombra. La temperatura de la hoja a los 35 dds fue mayor en campo abierto y similar entre campo abierto y casa sombra a los 42 dds lo que se debió al efecto del sombreado reduciendo el exceso de la temperatura. En algunos estudios se ha

observado una influencia positiva en cuanto al efecto de la fotosíntesis sobre el rendimiento (Quezada-Martín y colaboradores, 2010).

Algunos autores reportan que la malla sombra permite un mayor movimiento ascendente del aire caliente, lo que reduce la temperatura cerca de las plantas (Tanny y colaboradores, 2008). Se ha reportado que una reducción en la cantidad de la radiación puede causar una disminución en la temperatura de las hojas, lo cual no fue detectado en el presente estudio (Caldari, 2007).

### **5.5 Análisis de nutrimentos en hoja**

La concentración de nutrientes en la hoja fue mayor en plantas de casa sombra que en las de campo abierto, excepto en el elemento Hierro, el cual fue estadísticamente no significativo en los dos ambientes.

En un estudio realizado el aumento del peso seco y la longitud del tallo respondieron cuadráticamente al incrementarse la temperatura de la zona radical. Las temperaturas óptimas para la absorción de nutrientes y el crecimiento fueron similares, promediando 22°C. Esos resultados indican un incremento o mantenimiento en las temperaturas de la zona radical cercanas a los 22°C maximizando el crecimiento y la absorción de nutrientes para *Antirrhinum majus* L. 'Peoria' (Hood y Mills, 1994).

Aunque en plantas crecidas en casa sombra se muestra una mayor concentración de nutrimentos que en aquellas de campo abierto, esto no estuvo relacionado con el rendimiento, pero sí estuvo relacionado con un aumento en la biomasa de las hojas. Esto se observó ya que al aumentar la concentración de nitrógeno también se presentó un aumento en la biomasa foliar, lo cual se detectó tanto en condiciones de campo abierto como de casa sombra, sino pudiera ser que estos elementos fueron asimilados en el crecimiento vegetativo de la planta.

Se ha comprobado que al aumentar la temperatura de suelo la flora microbiana se activa, lo cual permite acelerar el proceso de nitrificación, por lo que el NO<sub>3</sub> y NO<sub>2</sub> se conservan por más tiempo en las capas superficiales y medias del perfil a disposición de la planta (Berardocco, 2011). Por lo tanto, la mayor temperatura cuando el suelo fue acolchado en condiciones de casa sombra puede estar asociado a una mayor disponibilidad de nutrientes, especialmente el nitrógeno. Como se observó en el presente estudio, una mayor disponibilidad de nitrógeno podría haber influido en un mayor crecimiento del área foliar ya que esta se



encuentra directamente relacionado con la acumulación de este elemento en los tejidos (Akanbi y *colaboradores*, 2007).

## **5.6 Rendimiento**

Las técnicas de plasticultura permiten elevar la producción y calidad de las cosechas en numerosas especies. Se ha reportado que el uso del acolchado plástico en melón, en la comparación de distintos acolchados, permitió establecer que con polietileno verde o coextruido blanco/negro con la superficie negra en contacto con el suelo, se obtiene el mayor rendimiento total (Berardocco, 2011).

Promediando sobre los ambientes de cultivo, no se detectaron efectos del color de los plásticos para acolchado en el rendimiento de esta especie. Esto implica que se pueden emplear cualquiera de los colores evaluados sin que se manifieste una preferencia por alguno de ellos. Este efecto sobre el rendimiento puede deberse a que el color del acolchado no afectó la temperatura máxima del suelo, por lo que las plantas se pudieron desarrollar de manera similar en todos ellos. Asimismo, este efecto puede también ser debido a que el color de los acolchados no afectó la acumulación de nutrimentos en las hojas (con excepción del Fe y Ca a los 52 dds) ni los parámetros fotosintéticos ni de transpiración. El no efecto de los acolchados sobre el rendimiento no implica que la aplicación de esta tecnología no sea favorable en melón, ya que otros investigadores han demostrado que comparado con el cultivo en suelo desnudo, las plantas acolchadas producen un rendimiento total y el número de frutos fueron significativamente mayores con el uso de acolchado del suelo; es ya bien conocido el uso de acolchados plásticos para favorecer un rápido crecimiento y un incremento en la producción de melón (Lamont y *colaboradores*, 1993; Taber, 1983; Gabriel y *colaboradores* 1994; Estévez, 1996).

Al analizar de forma separada los promedios para rendimiento se detecta que existe una relación entre el rendimiento de fruto y la temperatura máxima del suelo cuando las plantas se mantuvieron en campo abierto. Este efecto de la temperatura del suelo también se presentó para el área foliar y el peso seco de las plantas. Esta relación sugiere que las temperaturas máximas del suelo mayores o menores de 35.1 C están asociados con un menor rendimiento. Resultados similares fueron reportados por Ibarra y *colaboradores* (2011) en papa, puesto que la producción de tubérculo fue menor en plantas con acolchado de color

negro y plata. Sin embargo, en el presente estudio, las plantas que mostraron una mayor producción de fruto fueron aquellas acolchadas con el plástico color plata y blanco-negro, en tanto que las acolchadas con el plástico verde y aluminizado fueron las de menor rendimiento. Quezada y *colaboradores* (2011) también reportan una disminución en el rendimiento de plantas de pimiento durante los primeros cortes al elevarse la temperatura del suelo. En contraste con los anteriores autores, los resultados del presente estudio indican que bajas temperaturas en el suelo tampoco son favorables para el rendimiento en melón. Esto se detectó en condiciones de campo abierto con los acolchados de color negro, lo que podría ser debido a la demanda de altas temperaturas por esta especie.

La producción de plantas en condiciones de casa sombra suponen un mejor ambiente para el desarrollo de las mismas, lo cual se traduce en aumentos en la calidad y producción de las cosechas. En cuanto al número total de hortalizas cosechadas, esta ha sido mayor en casa sombra, ya que como las condiciones se presentan más uniformes, esto permite que la mayoría de las hortalizas alcancen una talla comercial, sin embargo, en campo abierto muchas de las hortalizas no alcanzan la talla comercial debido a que tienen problemas en su desarrollo por lo que el número de hortalizas cosechadas es mucho menor que en casa sombra (Gallegos y Valdez Torres, 2011). Sin embargo, en el presente estudio los rendimientos fueron superiores en plantas de melón cultivadas en condiciones de campo abierto, lo cual puede deberse a la alta demanda de radiación y de temperatura que presenta esta especie (Villa y *colaboradores*, 2001).

Se ha demostrado que bajo tales condiciones se presenta un rendimiento de 20 al 40% mayor que el obtenido en campo abierto. Los resultados muestran que las hortalizas evaluadas presentan mejor respuesta en casa sombra debido a las condiciones climatológicas. Esto se debe a que el ambiente dentro la casa sombra es modificado de tal forma que la temperatura y las condiciones climáticas dentro de la casa sombra son muy cercanas al ideal de su productividad. Sin embargo, en el presente estudio se demostró que el rendimiento de melón en casa sombra es menor que el obtenido en condiciones de campo abierto. El menor rendimiento en plantas en casa sombra se presentó a pesar de que estas acumularon una mayor concentración de nutrimentos en las hojas (con excepción del Fe).

Estimando el índice de cosecha, resulta que las plantas desarrolladas en casa sombra produjeron un rendimiento de 0.14 kg de fruto por kilogramo de peso fresco vegetativo, en tanto que las plantas en campo abierto este índice fue de 0.44 kg. Estos valores corroboran que en casa sombra se favoreció el crecimiento vegetativo sobre el reproductivo; mientras que en campo abierto el crecimiento reproductivo fue más favorecido.

Lo anterior podría estar relacionado también con la mayor acumulación de nitrógeno en casa sombra, ya que se ha reportado que un exceso de fertilizante nitrogenado, genera un desbalance en la absorción de calcio (Ho y *colaboradores*, 1999; Fageria, 2001) y como consecuencia se reduce la firmeza de los frutos, se promueve la succulencia (Arellano Gutiérrez, 2006) de los tejidos que conllevan a un mayor desarrollo de los órganos vegetativos. En un estudio con pepino, Naraghi y *colaboradores* (2010) mostraron que incrementando el sombreado condujo a un aumento en el número de frutos por planta. Sin embargo, el número de frutos tendió a decrecer cuando la densidad de sombreado incrementó a un 60%. La densidad de sombreado tiene gran influencia en los trastornos fisiológicos. Es probable que el bajo rendimiento de las plantas de melón se deba a que el sombreado resultó excesivo para esta especie. .

En un estudio realizado en pimiento bajo diferentes niveles de sombreado, se observaron cambios significativos en algunos parámetros del crecimiento vegetativo que se tradujeron en diferentes grados de elongación inducidos por el uso de sombreado y se observaron aumentos en el área foliar, contenido de materia seca y número de hojas por planta (Pineda y Rojas, 2009).

El mayor crecimiento vegetativo en plantas de casa sombra también puede ser causado por la radiación, la cual afecta directamente la división y expansión celular y puede ser bloqueada por la malla sombra y de esta manera provocar el aumento en área foliar y crecimiento vegetativo de tallo, lo cual también fue detectado en el presente estudio.

## VI CONCLUSIONES

- La casa sombra efectivamente modifica el ambiente influyendo en los parámetros fisiológicos y de desarrollo para el melón, este efecto positivo se manifestó en un aumento en el crecimiento vegetativo y un aumento en área foliar y longitud de tallo, pero no en el rendimiento
- La temperatura, la concentración de CO<sub>2</sub> interna y externa, transpiración y RFA, fueron afectados por la casa sombra en comparación con campo abierto.
- La acumulación de la unidades calor del suelo afectadas por la alta temperatura en casa sombra aumentó la absorción de nutrientes y desarrollo de la planta pero esto no se manifestó en un aumento en el rendimiento con respecto a las plantas en campo abierto.
- 
- Si bien no funcionó la casa sombra para las demandas y requerimientos de cultivo de melón, se debería de probar con otro tipo de mallas de colores, de menor porcentaje de sombreo, o con ciertas características aptas para los requerimientos para melón.
- En condiciones de campo abierto, una mayor temperatura del suelo provocada por los acolchados verde y aluminizado estuvo asociado con un menor rendimiento y crecimiento de las plantas, sin embargo, una baja temperatura del mismo detectada en acolchados de color negro tampoco favoreció tales parámetros.
- El mayor rendimiento y crecimiento de plantas se detectó en condiciones de campo abierto cuando estas fueron acolchadas con plásticos de color plata, en casa sombra no se observó un efecto por parte de los colores del acolchado.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akanbi, B. W., Adebayo, T. A., Togun, O. A., Adeyeye, A. S., Olaniran, O.A. (2007). The Use of Compost Extract as Foliar Spray Nutrient Source and Botanical Insecticide in *Telfairia occidentalis*. *World Journal of Agricultural Sciences* 3(5):642-652
- Arancibia, R., Motsenbocker, A., Carl, E. (2008). Differential Watermelon Fruit Size Distribution in Response to Plastic Mulch and Spunbonded Polyester Rowcover *HortTechnology* 18(1):45-52
- Araújo, Da T., de Sousa, A.H., Vasconcelos, de W.E., da Silva de F. R, Amorim S. A.M., Pereira, D.S., Borges, M.P. (2004). Avaliação da polinização e estudo comportamental de *Apis mellifera* L. na cultura do meloeiro em Mossoró, RN. *Revista de Biología e Ciências da Terra* Vol. 4 No.1.
- Arellano, G.M., Gutiérrez, C.M. (2006). Rendimiento y calidad poscosecha de tomate bajo diferentes esquemas de fertilización al suelo. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 12 (1):113-118.
- Baghour, M., Ragala, L., Moreno, D.A., Villora, G., Hernández, J., Castilla, N., Romero, L. (2003). Effect of root zone temperature on accumulation of molybdenum and nitrogen metabolism in potato plants. *Journal of Plant Nutrition* 26:(2):443-461.
- Caldari, J. P. (2007). Manejo de la luz en Invernaderos. Los beneficios de luz de calidad en el cultivo de hortalizas. CIBA Especialidades Químicas Ltda. Brasil. I Simposio Internacional de Invernaderos, México. Pag. 1-5.
- Chávez, C.M. (2001). Polinización en Cucurbitáceas., Folleto Número 23. INIFAP-SAGARPA, Hermosillo, Sonora, México.
- Cantamutto, M., Ayastuy, M., Kroeger, I., Elisei, V., Marinangeli, P. (2000/2001). Efecto del sistema de iniciación y del acolchado del suelo sobre la producción de melón en el sur de la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata* 104 (2):157-162.
- Casaca, A.D. (2005). Documento Técnico. Guías Tecnológicas de Frutas y Vegetales. El Cultivo de Melón. Vol.12. SAGARPA.
- Dagobiet, M.G., Stewart, K.A. (2004). Effects of Saline Water and Two Types of Plastic Mulch on Physiology and Yield of Bell Pepper Plants. *HortScience* 39(4):852.

- Daliparthy, J., Barker, A.V., Mondal, S.S. (1994). Potassium fractions with other nutrients in crops: A review focusing on the tropics. *Journal of Plant Nutrition* 17(11):1859-1886.
- Decoteau, D.R., Friend, H.H. (1991). Plant responses to wavelength selective mulches and row covers: a discussion of light quality effects on plants. *Proc. Natl. Agric. Plastics Congr*, 46-51.
- Decoteau, D. R., Kasperbauer, M.J., Daniels, D.D. and Hunt, P.G. (1989). Mulch surface color affects yield of fresh-market tomatoes. *Journal American Society Horticultura Science* 114:216-219.
- Decoteau, D.R., Kasperbauer, M.J., Hunt, P.G. (1990). Bell pepper development over mulches of diverse colors. *HortScience* 25:460-462
- Estévez, C. (1996). Utilización de coberturas plásticas de suelo en cultivo de melón, II Jornadas Técnicas sobre el cultivo del melón. *AER Media Agua INTA-Centro de Educación- Escuela Agrotécnica Sarmiento*. San Juan 14(8):15-20.
- Fageria, V.D. (2001). Nutrient interactions in crop plants. *Journal of Plant Nutrition* 24 (8): 1269-1290.
- Farías-Larios, J.J., Sandoval, C., Radillo, F., López, J.G., Guzmán, S. (1998). Effect of Mulch Type and Color on Honeydew Melon (*Cucumis melo* L.). *Production in Western Mexico*. *HortScience* 33(3):475.
- Fonseca, I.C., Evaldo, K.A., Goto, R., Vieira, C.S., Neves, J. (2003). Colored polyethylene soil covers and grafting effects on cucumber flowering and yield. *Scientia Agricola* 60(4):643-649.
- Gabriel, E., Cañadas, M., Benito, R. (1994). Evaluación de la cobertura plástica de suelo en la producción temprana de melón (*Cucumis melo* L.). *Horticultura Argentina* 13:7-12.
- Gallegos, M. A., Valdez-Torres, L.C. (2011). Respuesta de hortalizas orientales en dos sistemas de producción bajo condiciones climatológicas del Valle del Yaqui., *Revista La Sociedad Académica* 38:30-39.
- García, E. (1984). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köepen*. Primera Edición. México, D. F.
- Gawronska, H., Dwelle, B.R., Pavek, J.J. (1990). Partitioning of photoassimilates by potato

- plants (*Solanum tuberosum* L.) as influenced by irradiance: II. Partitioning patterns by four clones grown under high and low irradiation. *American Potato Journal* 67:163-176.
- George, W.L., Jr., Kring, J.B. (1971). Virus protection of late season summer squash with aluminum mulch. *Connecticut Agr. Expt. Sta. Bul.* 239
- Gordon, G.G., Foshee, W.G., Reed, S.T., Brown, J.E., Vinson, E.L. (2010). The Effects of Colored Plastic Mulches and Row Covers on the Growth and Yield of Okra, *HortTechnology* February 20(1):224-233.
- He, J., Aminda, Chua, N.Y., Qin, L. (2008). Interaction Between Iron Stress and Root-Zone Temperature on Physiological Aspects of Aeroponically Grown Chinese Broccoli, *Journal of Plant Nutrition*. 31:173–192.
- He, J., Lee, S.K., Tan, L.P. (2002). Effects of root-zone temperature on the root development and nutrient uptake of *Lactuca sativa* L. “Panamá”, grown in an aeroponic system in the tropics. *Journal of Plant Nutrition* 25(2):297–314.
- Hofshi, R. (1995). A conversation with Tony Whiley. *Calif. Avocado Soc. Yrbk.* 79:185-197.
- Hood, M., Mills, H.A. (1994). Root-zone temperature affects nutrient uptake and growth of snapdragon. *Journal of Plant Nutrition* 17:279-291.
- Kasperbauer, M.J., Hunt, P.G. (1990). Bell pepper plant development over mulches of diverse colors. *HortScience* 25(4):460-462.
- Kittas, C., Rigakis, N., Katsoulas, N., Bartzanas, T. (2009). Influence of shading screens on microclimate, growth and productivity of tomato. *Acta Horticulturae* 807: 97-102.
- Klock, K.A., Graves, W.R., Taber, H.G. (1996). Growth and phosphorus, zinc, and Manganese content of tomato, muskmelon, and honey locust at high root-zone temperatures. *Journal of Plant Nutrition* 19(5):795-806.
- Kotze, W.A.G., Carreira, J.A., Beukes, O., Redelinghuys, A.V. (1988). Effect of evaporative cooling on the growth, yield and fruit quality of apples. *Deciduous Fruit Grower* 38:20-24.
- Kroon, H., Huber, H., Stuefer, J., Groenendael, J. (2005). A modular concept of phenotypic plasticity in plants. *New Phytol.* 166:73-82.
- Lament, W. J. Jr. (1993). Mulches for the Production of Vegetable Crops. *HortTechnology* 3(1):35- 39.

- Lament, W. J. Jr. (1993). Plastic Mulches for the Production of Vegetable Crops HortTechnology 3(1).
- Lament, W. J., Sorenson, K.A., Averre, C.W. (1990). Painting aluminum strips on black plastic mulch reduces mosaic symptoms on summer squash. HortScience 25:1305.
- Lamont, W., Hensley, D., Wiest, S., Gaussoin, R., (1993). Relay intercropping muskmelons with Scots pine Christmas trees using plastic mulch and drip irrigation. Hortscience 28:177-178.
- Liu, B., & Heins, R. D. (2002). Photothermal Ratio Affects Plant Quality In Freedom'Poinsettia. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 127(1), 20-26
- McGregor, S.E. (1976). Chapter 6. Common vegetables for seed and fruit Insect pollination of cultivated crop plants.
- Miyasaka, S.C., Grunes, L.D. (1997). Root zone temperature and calcium effects on phosphorus, sulfur, and micronutrients in winter wheat forage. *Agronomy Journal* 89 (5): 743-748.
- Moreno, M.M., Moreno, A., Mancebo, I. (2009). Comparison of different mulch materials in a tomato (*Solanum lycopersicum* L.) crop. *Spanish Journal of Agricultural Research* 7(2):454-464.
- Ngouajio, M., Ernest, J. (2005). Changes in the physical, optical, and thermal properties of polyethylene mulches during double cropping. HortScience 40(1):94-97.
- Öquist, G., Chow, W. S., & Anderson, J. M. (1992). Photoinhibition of photosynthesis represents a mechanism for the long-term regulation of photosystem II. *Planta*, 186(3), 450-460.
- Páez, A., López, J.C. (2000). Crecimiento y respuestas fisiológicas de plantas de tomate cv. Río Grande en la época mayo-julio. Efecto del sombreado. *Revista Facultad de Agronomía. (LUZ)* 17:173-184.
- Posada, C.F., Rojas, B.J. (2009). Efecto de la exposición del semillero a coberturas de colores sobre el desarrollo y productividad del brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*). *Agronomía Colombiana* 27(1):49-55.



- Quezada, M. R., Munguía, L. J., Ibarra, J. L., Arellano, G.M., Valdez, L.A., Cedeño R. B. (2010). Fisiología y producción de pimiento morrón cultivado con diferentes colores de acolchado. *Terra Latinoamericana* 29:421-430.
- Rangel, P.P., Baca, C.G., Tirado, T.J., Kohashi, S.J., Tijerina, Ch. L., Martínez, G.A. (2002), Nitrógeno y potasio en la producción de plántulas de melón. *Terra*. 20(3):267-276.
- Rashid, M.A., Singh, D.P. (2000). Chapter I: Mode of reproduction in vegetable crops. A manual on vegetable seed production in Bangladesh.
- Rook, D. A. (1969). The influence of growing temperature on photosynthesis and respiration of *Pinus radiata* seedlings. *New Zealand Journal of Botany*, 7(1), 43-55. New Zealand Forest Service, Forest Research Institute, Rotorua Published online: 10 Feb 2012.
- Sánchez, R.L., Sironi, J.S., Pérez, J.A., Pellicer, C., Gómez, M.D. (1998). Crecimiento y absorción de nutrientes del melón bajo invernadero. *Invest. Agr. Prod. Prot. Veg.* Vol.13 (1-2).
- Secretaría de Agricultura Ganadería Pesca y Alimentación, SAGARPA-Laguna. (2008). Delegación Federal en la Comarca Lagunera. Anuarios Estadísticos 1980-2007. Servicio de Información Y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) SAGARPA. Anuarios Estadísticos de la Producción Agrícola. México, D.F.
- Silva Da, M.M., Bruckner, CH., Picanço, M., Molina, A.J.R. (1999). Número floral, clima, densidad poblacional de *Xylocopa* sp. (*Hymenoptera: Anthophoridae*) y polinización del maracuyá (*Passiflora edulis f. flavicarpa*). *Revista de Biología Tropical* Vol. 47(4).
- Soldevilla-Canales, S., Peña-Lomelí, A., Solís-Mendoza, F., Vázquez-Rojas, T.R., Colinas, L.T. (1997). Aplicación radical de bióxido de carbono en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). *Revista Chapingo Serie Horticultura* 3:17-23.
- Soldevilla-Canales, S., Peña-Lomelí, A., Solís-Mendoza, F., Vázquez-Rojas, T.R., Colinas-León, M.T. (2002). Aplicación al suelo de CO<sub>2</sub>, uso de acolchados plásticos y sistemas de manejo en tomate de cáscara (*physalis ixocarpa* Brot.). *Revista Chapingo Serie Horticultura* 8 (1): 25-38.
- Stamps, R. H. (2009). Use of Colored Shade Netting in Horticulture. *Hortscience*. Vol.44 (2).
- Stoltzfus, R.M.B., Taber, H.G., Aiello, A.S. (1998). Effect of increasing root-zone

- temperature on growth and nutrient uptake by 'goldstar' muskmelon plants. *Journal of Plant Nutrition* 21(2):321-328.
- Sultan, S. (2003). Phenotypic plasticity in plants: a case study in ecological development. *Evol Dev.* 5:25-33.
- Taber, H. G. (1983). Effects of plastic soil and plant covers on Iowa tomato and muskmelon production. *Proc. Natl. Agr., Plastics Congr.* 17:37-45.
- Tagliavini, M., Hogue, E.J. Neilsen, G.H. (1991). Influence of phosphorus nutrition and root zone temperature on growth and mineral uptake of peach seedlings. *Journal of Plant Nutrition* 14 (11): 1267-1276.
- Tarara, J. M. (2000). Microclimate modification with plastic mulch. *HortScience* 35:169 - 179.
- Teasdale, J.R., Abdul-Baki, A.A. (1995). Soil temperature and tomato growth associated with black polyethylene and hairy vetch mulches. *Journal Amer. Soc. Hort. Sci.* 120(5):848-853.
- Unrath, C. R., Sneed, R.E. (1974). Evaporative cooling of 'Delicious' apples - the economic feasibility of reducing environmental heat stress. *Journal Amer. Soc. Hort. Sci.* 99 (4):372-375.
- Villa, C. M. M., Inzunza, I. M. A., & Catalán, V. E. (2001). Zonificación agroecológica de hortalizas involucrando grados de riesgo. *Terra*, 19(1), 1-7
- WanFeng, L., ZhaoJun, L., YongChao, L., XiaoYu, X., XueZhi, W., JiaLia, Y. (2010). Effect of plastic film mulching on photosynthetic and fluorescence characteristics of corn leaf under different fertilization schemes at jointing stage. *Zhongguo Shengtai Nongye Xuebao / Chinese Journal of Eco-Agriculture* 17(6):1086-1089.
- Wang, J., Li, F., Song, Q., Li, S. (2003). Effects of plastic film mulching on soil temperature and moisture and on yield formation of spring wheat. *Ying Yong Sheng Tai Xue Bao.* 14 (2): 205-10.
- White, J.M. (2003). Watermelon yield and size when crown on four mulch colors. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 116:138-139.
- Yang, X. Short, T.H. Fox, R.D. Bauerle, W.L. (1990). Transpiration, leaf temperature and stomatal resistance of a greenhouse cucumber crop. *Agric. Forest Meteorol* 51:197-209.

Zermeño-González, A., Munguía, J., Gil-Marín, J.A., Ibarra, J.L., Quezada, M.R., Cadena, Z.M., García, D.M.A., Cantú, M.S. (2010). Intercambio de bióxido de carbono en chile morrón cultivado en acolchado plástico. *Revista Terra Latinoamericana* 29:411-419.

### **Páginas de internet:**

SAGARPA (2008). Agricultura Protegida en México.

<http://www.sagarpa.gob.mx/agricultura/Paginas/AgriculturaProtegida2012.aspx>  
(Consultado 30 de Mayo de 2012).

Animal and Plant Health Inspection Service: Melón [en línea]. (2012). Melón *Cucumis melo* L.

<http://www.aphis.usda.gov/brs/cucurbit.html>(Consultado 19 de Mayo de 2012).

Berardocco, H.G., (2011). Acolchado plástico Departamento Técnicoimplez venados [www.inplexvenados.com](http://www.inplexvenados.com) Universidad Andina Simón Bolívar. (Consultado 16 de Mayo de 2012).

UMass, Universidad de Massachusetts Amherst. Departamento de Agricultura de Estados Unidos. Landscape 4/12. Mulch: Using Colored Plastic Mulches in the Vegetable Garden [www.extension.umass.edu/](http://www.extension.umass.edu/) (Consultado 20 de Mayo 2012).

Naraghi, M., Lotfi, M. (2010). Effect of different levels of shading on yield and fruit quality of cucumber (*Cucumis sativus*). *Acta Hort.* (ISHS) 871:385-388 [http://www.actahort.org/books/871/871\\_52.htm](http://www.actahort.org/books/871/871_52.htm)(Consultado 24 de Septiembre de 2012).

Chen, K. Hu, G., Lenz, F. (1998). Apple yield and quality as affected by training and shading. *Acta Hort.* (ISHS) 466:53-58 [http://www.actahort.org/books/466/466\\_9.htm](http://www.actahort.org/books/466/466_9.htm)  
(Consultado 24 de Septiembre de 2012).

Smith, I.E., Savage, M.J., Mills, P. (1984). Shading effects on greenhouse tomatoes and cucumbers. *Acta Hort.* (ISHS) 148:491-500 [http://www.actahort.org/books/148/148\\_62.htm](http://www.actahort.org/books/148/148_62.htm)(Consultado 24 de Septiembre de 2012).

Harris Moran Seed Company. (2010).

- <http://www.harrismoran.com/.../melon/expedition.htm> (Consultado 20 de Mayo de 2011)

- Tanny, J., Teitel, M., Barak, M., Esquira, Y., Amir, R. (2008). The effect of height on screenhouse microclimate. Acta Hort. (ISHS) 801:107-114  
[http://www.actahort.org/books/801/801\\_6.htm](http://www.actahort.org/books/801/801_6.htm) (Consultado 24 de Septiembre de 2012).

- Ho, L.i.m. C., Hand, D.a.v.i.d. .J. and Fussell, M. (1999). Improvement of tomato fruit quality by calcium nutrition. Acta Hort. (ISHS) 481:463-468  
[http://www.actahort.org/books/481/481\\_53.htm](http://www.actahort.org/books/481/481_53.htm) (Consultado 24 de Septiembre de 2012).

## APÉNDICE

**Cuadro 17.** Comparación de medias para área foliar del cultivo de melón en acolchado plástico de diversos colores en campo abierto y casa sombra, ciclo primavera-verano. CIQA 2011.

Tratamiento	Área Foliar (cm <sup>2</sup> planta <sup>-1</sup> )		
	35 dds	42 dds	50 dds
<b>Campo Abierto</b>			
V	4827.80	11689.00	12401.00
A	3748.80	7415.00	11419.00
P	3221.90	9871.00	12414.00
BN	4388.70	11689.00	14965.00
NN	4310.90	12324.00	13469.00
<i>P</i>	0.45	0.07	0.16
<b>Casa Sombra</b>			
V	5023.90ab	11328.00ab	27488.00ab
A	3274.20b	10504.00ab	15795.00b
P	5566.40a	8912.00b	22852.00ab
BN	5658.60a	14280.00a	26141.00ab
NN	5188.70a	9494.00b	32300.00a
<i>P</i>	<0.01	0.02	0.05

Tratamientos con la misma literal no difieren entre sí, Tukey  $P \leq 0.05$ .

**Cuadro 18.** Comparación de medias para peso seco de hoja del cultivo de melón en acolchado plástico de diversos colores en campo abierto y casa sombra, ciclo primavera-verano. CIQA 2011.

Tratamiento	Peso Fresco (g planta <sup>-1</sup> )		
	35 dds	42 dds	50 dds
<b>Campo Abierto</b>			
V	430.94	1473.60	2646.30
A	342.93	932.30	1939.60
P	292.78	1915.20	2866.90
BN	400.38	1532.10	3085.10
NN	394.96	1843.10	2706.80
<i>P</i>	0.51	0.11	0.17
<b>Casa Sombra</b>			
V	366.88a	935.48	2322.7ab
A	226.21b	689.39	1084.4b
P	384.45a	708.29	2143.8ab
BN	384.05a	820.36	1885.2ab
NN	347.15ab	722.1	2797a
<i>P</i>	<0.02	0.14	<0.04

Tratamientos con la misma literal no difieren entre sí, Tukey  $P \leq 0.05$ .

**Cuadro 19.** Comparación de medias para peso seco de tallo del cultivo de melón en acolchado plástico de diversos colores en campo abierto y casa sombra, ciclo primavera-verano. CIQA 2011.

Tratamiento	Longitud de Tallo (m <sup>-1</sup> )		
	35 dds	42 dds	50 dds
<b>Campo Abierto</b>			
V	0.69	1.27	1.49
A	0.57	1.16	1.28
P	0.51	1.24	1.57
BN	0.58	1.23	1.50
NN	0.63	1.36	1.49
<i>P</i>	0.63	0.56	0.73
<b>Casa Sombra</b>			
V	1.35	2.16	3.06
A	0.98	2.17	3.08
P	1.26	2.27	3.15
BN	1.26	2.30	3.11
NN	1.28	2.07	3.17
<i>P</i>	<0.01	0.48	0.98

Tratamientos con la misma literal no difieren entre sí, Tukey  $P \leq 0.05$ .

**Cuadro 20:** Comparación de medias para unidades calor acumuladas en el cultivo de melón en acolchado de diversos colores en campo abierto y casa sombra, ciclo primavera-verano. CIQA 2011

Tratamiento	Unidades Calor			
	35 dds	42 dds	50 dds	65 dds
<b>Campo Abierto</b>				
V	17.83ab	17.85ab	17.92 <sup>a</sup>	17.27 <sup>a</sup>
A	19.05a	18.25a	18.06a	17.28a
P	15.89bc	15.61c	15.74b	15.42ab
BN	14.79c	14.67c	14.92b	15.61ab
NN	15.99bc	15.84bc	15.81b	15.22b
<i>P</i>	<0.01	<0.01	<0.01	0.01
<b>Casa Sombra</b>				
V	14.93	14.80	14.33	14.04
A	19.82	18.45	18.46	17.19
P	19.60	19.23	17.61	17.98
BN	18.13	17.93	17.37	17.10
NN	18.09	18.32	17.64	17.59
<i>P</i>	0.28	0.32	0.34	0.36

Tratamientos con la misma literal no difieren entre sí, Tukey  $P \leq 0.05$ .

**Cuadro 21:** Comparación de la temperatura media del cultivo de melón en acolchado de diversos colores en campo abierto y casa sombra, ciclo primavera-verano. CIQA 2011.

Tratamiento	Temperatura Media (°C)			
	35 dds	42 dds	50 dds	65 dds
<b>Campo Abierto</b>				
V	27.19a	26.90a	26.85a	26.55a
A	26.26b	25.89b	25.89b	25.65b
P	27.35a	26.85a	26.70a	26.35a
BN	26.25b	25.89b	25.85b	25.85b
NN	27.15a	26.79a	26.69a	26.34a
<i>P</i>	<0.03	<0.01	<0.01	<0.03
<b>Casa Sombra</b>				
V	28.63	28.45	27.79	27.39
A	31.66	29.35	27.64	27.11
P	28.80	28.53	27.85	27.44
BN	27.43	27.30	26.77	26.46
NN	27.59	27.53	27.01	26.75
<i>P</i>	0.45	0.53	0.61	0.58

Tratamientos con la misma literal no difieren entre sí, Tukey  $P \leq 0.05$ .

**Cuadro 22:** Comparación de medias para temperatura máxima del cultivo de melón en acolchado plástico de diversos colores en campo abierto y casa sombra, ciclo primavera-verano. CIQA 2011.

Tratamiento	Temperatura Máxima (°C)			
	35 dds	42 dds	50 dds	65 dds
<b>Campo Abierto</b>				
V	37.92ab	37.79a	37.84a	37.04a
A	38.69a	37.69a	37.50ab	36.60ab
P	36.07bc	35.52ab	35.59bc	35.10ab
BN	34.42c	34.11b	34.35c	35.04ab
NN	36.06bc	35.73ab	35.65bc	34.88b
<i>P</i>	<0.01	<0.01	<0.01	<0.02
<b>Casa Sombra</b>				
V	24.48	24.21	23.68	23.41
A	30.55	29.89	29.68	29.35
P	33.24	32.60	31.58	31.03
BN	31.42	30.98	30.22	29.94
NN	31.13	31.50	30.52	30.65
<i>P</i>	0.34	0.36	0.37	0.39

Tratamientos con la misma literal no difieren entre sí, Tukey  $P \leq 0.05$ .



**Cuadro 23:** Comparación de medias para temperatura mínima del cultivo de melón en acolchado plástico de diversos colores en campo abierto y casa sombra, ciclo primavera-verano. CIQA 2011.

Tratamiento	Temperatura Mínima (°C)			
	35 dds	42 dds	50 dds	65 dds
<b>Campo Abierto</b>				
V	17.75ab	17.90ab	18.00a	17.50ab
A	19.44a	18.80a	18.64a	17.95a
P	15.74bc	15.70c	15.86b	15.75bc
BN	15.16c	15.25c	15.50b	16.16abc
NN	15.94bc	15.95bc	15.99b	15.55c
<i>P</i>	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
<b>Casa Sombra</b>				
V	25.39	25.40	24.99	24.68
A	29.09	27.02	25.53	25.04
P	25.96	25.84	25.34	24.93
BN	24.84	24.88	24.52	24.26
NN	25.06	25.13	24.78	24.53
<i>P</i>	0.40	0.49	0.71	0.78

Tratamientos con la misma literal no difieren entre sí, Tukey  $P \leq 0.05$ .

**Cuadro 24:** Comparación de medias para variables fisiológicas evaluados a los 35 dds en cultivo de melón en acolchado plástico de diversos colores en campo abierto y casa sombra, ciclo primavera-verano. CIQA 2011.

Tratamiento	RFA $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$	Temp hoja °C	CO <sub>2</sub> ppm	CINT ppm	Fotosíntesis $\mu\text{mol CO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$	CE cm s <sup>-1</sup>	Transpiración $\mu\text{gH}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$
<b>Campo Abierto</b>							
V	1695.00	34.28	296.07	266.94	5.78	1.88	11.73
A	1382.10	34.17	293.08	268.46	3.59	1.64	11.42
P	1343.50	34.34	299.88	269.34	5.44	1.66	11.54
BN	1487.80	34.63	287.56	253.59	5.26	1.55	11.56
NN	1593.30	34.79	328.76	287.93	6.49	1.42	11.08
<i>P</i>	0.85	0.99	0.29	0.67	0.50	0.53	0.88
<b>Casa Sombra</b>							
V	422.00	32.01	329.45	358.40	5.86	1.18	9.01
A	462.43	33.18	348.15	294.17	8.45	1.21	9.69
P	416.23	32.99	341.32	325.84	5.45	1.13	9.16
BN	404.78	32.36	366.55	312.04	9.12	1.28	9.48
NN	427.74	32.63	368.06	327.94	6.91	1.23	9.28
<i>P</i>	0.86	0.48	0.61	0.87	0.50	0.71	0.78

Tratamientos con la misma literal no difieren entre sí, Tukey  $P \leq 0.05$ .

**Cuadro 25:** Comparación de medias para variables fisiológicas evaluados a los 42 dds en cultivo de melón en acolchado plástico de diversos colores en campo abierto y casa sombra, ciclo primavera-verano. CIQA 2011.

	RFA	Temp hoja	CO <sub>2</sub>	CINT	Fotosíntesis	CE	Transpiración
Tratamiento	$\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$	$^{\circ}\text{C}$	ppm	ppm	$\mu\text{mol CO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$	$\text{cm s}^{-1}$	$\mu\text{gH}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$
<b>Campo Abierto</b>							
V	1620.30	34.25	300.84	260.98	8.86	1.88	12.31
A	1535.10	34.73	303.85	275.03	4.90	1.61	12.32
P	1564.40	35.42	317.72	279.14	5.22	1.26	11.15
BN	1711.50	35.36	323.54	298.14	3.44	1.29	11.83
NN	1665.40	35.49	269.77	233.34	6.94	1.69	13.26
<i>P</i>	0.53	0.14	0.39	0.36	0.12	0.26	0.27
<b>Casa Sombra</b>							
V	385.78	33.85	338.72	292.67	7.06	1.26	10.73
A	438.60	35.43	338.55	284.99	7.18	1.12	11.11
P	311.01	34.86	373.71	315.22	6.26	0.94	9.84
BN	370.95	34.43	408.65	341.63	8.39	1.02	9.68
NN	378.34	34.12	368.34	305.74	8.05	1.09	9.98
<i>P</i>	0.63	0.67	0.22	0.23	0.72	0.34	0.34

Tratamientos con la misma literal no difieren entre sí, Tukey  $P \leq 0.05$

**Cuadro 26:** Comparación de medias para variables fisiológicas evaluados a los 50 dds en cultivo de melón en acolchado plástico de diversos colores en campo abierto y casa sombra, ciclo primavera-verano. CIQA 2011.

	RFA	Temp hoja	CO <sub>2</sub>	CINT	Fotosíntesis	CE	Transpiración
Tratamiento	$\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$	$^{\circ}\text{C}$	ppm	ppm	$\mu\text{mol CO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$	$\text{cm s}^{-1}$	$\mu\text{gH}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$
<b>Campo Abierto</b>							
V	1545.00	31.16	292.27	266.25	5.53	2.10	10.14
A	1577.50	30.70	300.71	275.73	5.91	2.12	10.21
P	1837.20	31.19	277.32	246.66	7.83	2.28	10.72
BN	2020.40	31.28	281.11	252.66	7.63	2.35	10.82
NN	2114.90	31.99	262.24	240.11	6.81	2.88	11.72
<i>P</i>	0.23	0.51	0.54	0.57	0.64	0.40	0.34
<b>Casa Sombra</b>							
V	386.43	30.32	343.43	305.41	6.42	1.46	8.71
A	345.43	30.65	346.70	311.21	5.81	1.42	8.79
P	280.20	30.36	323.64	294.28	4.72	1.42	8.64
BN	315.51	30.65	393.36	355.46	6.51	1.45	8.87
NN	343.37	30.58	339.00	299.19	6.75	1.47	8.83
<i>P</i>	0.63	0.64	0.09	0.12	0.54	0.99	0.91

Tratamientos con la misma literal no difieren entre sí, Tukey  $P \leq 0.05$ .

**Cuadro 27:** Comparación de medias para análisis nutrimentales en hoja evaluados en el cultivo de melón en acolchado plástico de diversos colores en campo abierto y casa sombra, ciclo primavera-verano. CIQA 2011.

Tratamiento	N (mmol)	P (mmol)	K (mmol)	Cu (ppm)	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	Ca (ppm)
<b>Campo Abierto</b>								
V	173.80	1.94	35.25	97.67	239.92	46.35	12.22	46722.80a
A	264.30	1.29	33.51	62.86	233.60	45.70	12.96	12343.80b
P	92.90	5.49	33.44	62.50	165.67	38.40	9.69	46728.40a
BN	347.60	1.29	37.84	88.02	243.45	44.61	13.23	46604.90a
NN	242.90	0.65	32.66	59.60	142.50	36.56	12.45	46555.60a
<i>P</i>	0.23	0.62	0.28	0.70	0.49	0.38	0.30	<0.01
<b>Casa Sombra</b>								
V	921.40	7.32	46.01	155.97	200.07	48.29	34.69	45308.60
A	831.00	3.44	50.19	105.07	196.40	53.88	33.73	45432.10
P	971.40	4.63	46.93	122.08	176.98	52.27	30.74	45246.90
BN	1285.70	7.32	47.49	131.98	225.85	50.71	34.20	45370.40
NN	1166.70	5.06	47.27	143.53	137.96	52.56	31.41	45308.60
<i>P</i>	0.21	0.70	0.51	0.56	0.45	0.85	0.35	0.99

Tratamientos con la misma literal no difieren entre sí, Tukey  $P \leq 0.05$ .

**Cuadro 28.** Comparación de medias para rendimiento y peso fresco vegetativo en el cultivo de melón en acolchado plástico de diversos colores en campo abierto y casa sombra, ciclo primavera-verano. CIQA 2011.

Tratamiento	Peso Fresco Vegetativo	Rendimiento Comercial	ton ha <sup>-1</sup>
	Kg 10 plantas <sup>-1</sup>	Kg planta <sup>-1</sup>	
<b>Campo Abierto</b>			
V	6.94	14.20	47.33
A	7.55	14.63	48.77
P	6.60	16.55	55.16
BN	6.94	15.95	53.17
NN	6.34	14.73	49.11
<i>P</i>	0.91	0.77	0.77
<b>Casa Sombra</b>			
V	12.84	17.37	33.79
A	10.55	13.03	25.36
P	12.51	15.87	30.88
BN	12.95	21.71	42.24
NN	11.59	19.49	37.91
<i>P</i>	0.78	0.40	0.40

Tratamientos con la misma literal no difieren entre sí, Tukey  $P \leq 0.05$ .