

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**



**Evaluación de tres cubiertas plásticas
“termorreguladoras” en el desarrollo y producción
de pimiento morrón (Capsicum annuum. L)
Var. Júpiter. Bajo invernadero**

Por:

CRISTINO CASTAÑEDA ZAPATA

TESIS

**Presentada como requisito parcial para obtener el título de:
Ingeniero Agrícola y Ambiental**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México
Mayo del 2002**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISIÓN DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE SUELOS

**Evaluación de tres cubiertas plásticas
“ termorreguladoras” en el desarrollo y producción
de pimiento morrón (*Capsicum annum . L*) Var. Júpiter.**

**Por:
CRISTINO CASTAÑEDA ZAPATA**

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

Ing. Agrícola y Ambiental

Presidente del jurado

M.C. Luis Miguel Lasso Mendoza.

Asesor externo

Asesor

Asesor externo

M.C M.Rosario Quezada

Dr. Rubén López Cervantes

M.C. Boanerges C.R.

MC. Luis Edmundo Ramírez Ramos
Coordinador de la División de Ingeniería

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Mayo del 2002

AGRADECIMIENTOS

Antes que a nadie agradezco a dios por iluminarme durante el transcurso de mí vida y de mis estudios.

A MI ALMA TERRAMATER

Por cobijarme estos cuatro años y medio, a mis maestros de mi Alma Mater que me brindaron un valioso tiempo en mi formación como profesionista y a todas aquellas personas que de una u otra forma intervinieron.

Al Centro de Investigación en Química Aplicada por permitirme realizar mi trabajo de tesis el cual me ayudo en mi formación.

Al M.C. Luis Miguel Lasso Mendoza por su valiosa amistad, tiempo para realizar mi trabajo de tesis.

A la M.C. Maria del Rosario Quezada, quien me brindo su amistad y conocimientos para realizar dicho trabajo.

Al Dr. Rubén López Cervantes por su amistad y su gran apoyo para la realización de este trabajo.

Al M.C. Boanerges Cedeño por su amistad y conocimientos, los cuales fueron de gran ayuda al realizar mi trabajo de tesis.

A mis amigos de mi especialidad de la generación 92., Cutberto, Avelino, Daniel, Alejandro, Omar, Sergio, Alfredo, Edilberto, Léonel, por los momentos que pasamos juntos en nuestra Alma Mater.

A mis primos : Narciso castañeda P, Maria Isabel Castañeda P, Daniel Castañeda P, Miguel Castañeda P, Carlos Castañeda P. Vianey Zapata A. Hector Zapata T, Carlos Zapata T, Adela Silvestre , Leticia Olvera Z,

A mis amigos de mi barrio., Beato Aldana, Galdino Aldana, Juan Aldana, Lorenzo Acosta, Alejandro Olivar, Miguel Olivar, Maximino Solano, Juan M Solano, Teles foro Solano, Valentín Aguirre, Raimundo Manzanares, Jaime Manzanares, Juan Coyote, Carlos Coyote, Roberto Azorin D.

DEDICATORIA

A la Sra. Yolanda Zapata Martínez por su cariño, desvelos y consejos, por darme fuerzas y motivarme en los momentos de flaqueza en mi persona , a ti madre por lo que sólo me queda decirte que la meta esta alcanzada, mil gracias.

Al Sr. Ernesto Castañeda Zapatero (+) que aunque ya no estas con migo físicamente, siempre e sentido tu a poyo espiritual mente, Gracias padre por darme la vida.

A mis Hermanos: al Ing. Juan Castañeda Zapata, Al Ing. Ángel Castañeda Zapata y Antonia Castañeda zapata. Por el cariño que me han brindado, por el apoyo moral y los momentos alegres y tristes que hemos vivido juntos.

A mis sobrinos: Perla Xochilt Coyote Castañeda, Alma delia Vildozola Castañeda, Giovanni Vildozola Castañeda, Violeta sol , José sol, por brindarme cariño.

A mis abuelitos

Elfega Martínez (+) , Simón Zapata.

Julia Zapatero.

Por sus consejos tan sabios para mi formación como persona.

A mis tíos

Gracias por apoyarme sin excepción alguna.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

ÍNDICE DE CONTENIDO.....I

ÍNDICE DE CUADROS.....II

ÍNDICE DE FIGURAS.....III

1. INTRODUCCIÓN.....1

OBJETIVOS3

HIPÓTESIS.....3

2 REVISIÓN DE LITERATURA4

2.1 Generalidades Ambientales del pimiento4

2.1.1 Factores climáticos4

2.1.2 Temperatura4

2.1.3 Balance de la luz5

2.1.4 Balance de humedad5

2.1.5 Factores edáficos6

2.2.1 Importancia de la plásticultura6

2.3. Aplicación de los plásticos en la Agricultura7

2.3.1 Túneles bajos7

2.3.2 Macro túneles7

2.3.3 Cubiertas flotantes8

2.4 Importancia de los invernaderos8

2.4.1 Tipos de invernaderos11

2.5 Factores Ambientales y su influencia en el desarrollo de los cultivos bajo invernadero	12
2.5.1 Luz	12
2.5.2 Radiación	15
2.5.3 Humedad	16
2.5.4 Temperatura	17
2.6 Efectos de temperatura en chile	17
2.6.1 Fotomorfogénesis	19
2.6.2 Fiticromo	20
2.6.3 Fotosíntesis	20
2.6.4 Clorofila	21
2.6.5 Dióxido de carbono	22
2.7 Medición de estomas.....	22
2.8 Métodos de control de temperaturas máximas	23
2.8.1 Sistema de sombreo	24
2.8.2 Ventilación natural	25
2.8.3 Ventilación mecánica	26
3 MATERIALES Y MÉTODOS	27
3.1 Localización del sitio experimental	27
3.2 Características generales del sitio experimental	27
3.3 Descripción de los tratamientos	28
3.4 Diseño experimental	29
3.5 Características de los materiales utilizados	30
3.6 Variables climáticas	32
3.7 Variables en planta	33
4 Resultados y discusiones	36
4.1 Altura de planta.....	36
4.2 Diámetro de tallo	37
4.3 Número de flores por planta.....	38
4.4 Número de frutos por planta.....	40
4.5 Rendimiento total	41

4.6 Biomasa	43
4.7 Clorofila	45
4. 8 Número de estomas	47
4.9 Fotosíntesis	48
4.10 Radiación Fotosintéticamente Activa	49
Conclusiones	52
Bibliografía	53
APÉNDICE	57

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 4.1 Comparación de medias para altura de planta en pimiento en diferentes tratamientos con películas de invernadero.....37

Cuadro 4.2 Comparación de medias para diámetro de tallo en pimiento en diferentes tratamientos con películas de invernadero.....38

Cuadro 4.3 Comparación de medias para número de flores por planta en diferentes tratamientos de cubiertas para invernadero.....39

Cuadro 4.4 Comparación de medias de número de frutos por planta en pimiento.....40

Cuadro 4.5 Comparación de medias en rendimiento total del pimiento en diferentes tratamientos con películas de invernadero.....41

Cuadro 4.6 Comparación de medias en rendimiento de biomasa total en el cultivo de pimiento con diferentes tratamientos de películas para invernadero.....43

Cuadro 4.7 Comparación de medias para clorofila en dos fechas diferentes en pimiento.....45

Cuadro 4.8 Número de estomas por mm² por hoja en pimiento morrón en diferentes zonas de los tratamientos tomadas al azar en la parte inicia, media y final de cada invernadero.....47

**Cuadro 4.9 Cantidad de fotosíntesis por
planta.....48**

**Cuadro 4.10 de temperaturas, RFA y Radiación Total Máximas de
13:00 a
14:000 de la tarde dentro y fuera de los
invernaderos.....49**

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4.1 Rendimiento total para el cultivo de pimiento morrón en invernadero con diferentes cubiertas de polietileno.....42

Figura 4.2 Biomasa total seca de pimiento en diferentes tratamientos de películas para invernadero.....44

**Figura 4.3 Comportamiento de la radiación fotosintéticamente
activa dentro y fuera del invernadero en las tres cubiertas
plásticas.....49**

**Figura 4.4 Comportamiento de la temperatura dentro y fuera del
invernadero de las tres cubiertas**

plásticas.....50

**Figuras A 1 hasta A 18 de Radiación fotosintéticamente activa y
temperatura externa e interna de diferentes fechas dentro de los
invernaderos57**

INTRODUCCIÓN

El chile del pimiento morrón (*Capsicum annuum* L.) es la hortaliza más importante en México y la de mayor consumo popular, especialmente en estado fresco (75%); porque el consumo per cápita anual es de 7.24 kg. También se consume procesado en salsas, polvos y encurtidos (García y Flores, 1993). Es toda una tradición comparada con el maíz y frijol, al formar parte de la dieta alimentaria de los mexicanos, ya que se produce en todo el país, puede ser cultivada en dos ciclos agrícolas (Otoño-Invierno y Primavera-Verano) y forma parte del grupo de los principales productos hortofrutícolas exportados (Barreiro, 1998).

También tiene una gran importancia social debido a la enorme cantidad de mano de obra porque genera una demanda de 120 a 150 jornales/ha y genera divisas para México, por ser el principal proveedor para Estados Unidos y Canadá en el ciclo Invierno-Primavera (Valadéz, 1996).

Evidencias arqueológicas han permitido estimar que esta hortaliza fue cultivada desde el año 700 al 2 555 de A.C. en las regiones de Tehuacán, Puebla y Ocampo, Tamaulipas. Su cultivo ha trascendido hasta nuestros días de tal forma que hoy se produce en todos los estados de la República (Barreiro, 1998).

El género *Capsicum* es originario de América del Sur (de los Andes y de la cuenca alta del Amazonas, Perú, Bolivia, Argentina y Brasil). *Capsicum annum* se aclimató en México donde actualmente existe la mayor diversidad de chiles (Vavilov, 1951; citado por Valadéz, 1996).

Este cultivo se encuentra en casi todos los mercados, llegando incluso a trascender las fronteras, ya que tuvo inmediata acogida en Europa, Asia y la India, después del descubrimiento de América, también tomó carta de naturalización en África de tal modo que hoy en día es un cultivo con distribución y uso mundial (Laborde y Pozo, 1984), sin embargo su producción no es la óptima porque lo afectan las condiciones climáticas.

Una alternativa para alcanzar el máximo rendimiento permitido por la expresión de la información genética de una especie determinada, es el invernadero al reducir al mínimo las condiciones restrictivas del clima sobre los cultivos, aspecto que debe ser complementado con prácticas de manejo apropiadas que permitan recrear un ambiente con las condiciones óptimas para el desarrollo de los vegetales. Así, los invernaderos son elementos de apoyo para la modernización e intensificación de la agricultura, al lograr mayores rendimientos por unidad de superficie y contribuir al desarrollo de la agricultura intensiva de precisión, concepto que postula que a la planta se debe proporcionar todo lo necesario para lograr un óptimo desarrollo y máximo rendimiento.

Por otro lado, a los invernaderos actuales se les considera como parte fundamental de la plásticultura o agroplásticultura, términos que hacen referencia al uso de materiales plásticos como apoyo en diferentes actividades agrícolas, principalmente en la producción intensiva (Papaseit Et al., 1997).

Por lo comentado el objetivo del presente trabajo es: el efecto y la influencia de tres películas “termorreguladoras” sobre el desarrollo y producción del pimiento morrón.

Con las hipótesis:

- Las películas “termorreguladoras” mejoran las condiciones ambientales para el desarrollo y rendimiento del pimiento morrón.
- Existe diferencia en el crecimiento, desarrollo y rendimiento del pimiento morrón por acción de las películas “termorreguladoras” .

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Generalidades sobre las necesidades ambientales del pimiento.

2.1.1 Factores Climáticos.

2.1.2 Temperatura:

El pimiento crece bien en climas cálidos con temperaturas óptimas para el buen desarrollo entre los 18-32°C., en cambio a temperaturas de 15°C la planta no se desarrolla y en condiciones de temperaturas mayores de 32°C, ocurre un bajo amarre de flores y frutos, debido a problemas en la polinización y a las excesivas tasas de transpiración que a menudo reducen de la fotosíntesis y en el crecimiento de la planta.

La temperatura ejerce una gran influencia sobre el crecimiento y metabolismo de las plantas y no hay tejido o proceso fisiológico que no este influenciado por ella. La mayoría de las plantas sólo pueden vivir dentro de un rango de temperatura bastante estrecha que va de 0 a 50°C. Sin embargo, el desarrollo y crecimiento de la mayoría de los cultivos agrícolas ocurre dentro de un rango de temperaturas óptimas, que oscilan entre los 15 y los 35°C.(Alpi y Tognoni, 1991).

2.1.3 Balance de luz:

El pimiento es una planta muy exigente en luminosidad, sobre todo en los primeros estados de desarrollo y durante la floración. La capacidad fotosintética de la planta de pimiento es menor que la del tomate, Por lo que debe alcanzar un equilibrio adecuado entre la parte aérea y radical y consigue el mayor índice de área foliar específica antes de que se inicien los procesos de diferenciación floral. También puede ser un factor determinante sobre la calidad de la producción (Guzmán y Sánchez, 2000).

Se menciona que después del agua, la luz es el principal factor que regula la vida de las plantas. La luz visible es una porción del espectro electromagnético, el cual ha sido dividido en unidades de longitud de onda nanómetros (nm) y energía (fotones o quantum) (Decoteau y Friend, 1991). La luz es esencial para el crecimiento normal de la planta, porque esta provee de energía para la fotosíntesis y muchas de las señales ambientales que regulan el desarrollo de las plantas (Weiss,1995).

2.1.4 Balance de humedad:

El sistema de raíces situado a poca profundidad y su no muy grande poder extractivo, son las causas de las grandes exigencias de esta planta con respecto al balance de humedad del suelo. El pimiento en comparación del tomate resiste con más facilidad la falta de humedad atmosférica. El exceso de humedad retrasa la maduración, reduce el contenido de sólidos y si además es comparado con disminución de las temperaturas, también reduce la intensidad de color, (Valadez , 1990).

2.1.5 Factores Edáficos:

Aunque algunos autores como Chandler (1965) han reportado que los frutos maduran un poco más temprano en suelos arenosos que en arcillosos o pesados, Valadez (1993), menciona que el Chile prospera en suelos desde ligeros a pesados, aunque prefieren los limo-arenosos y arenosos. No es susceptible a la acidez, pues crece bien en suelos con pH de 5.5 a 7.0. los suelos arenosos y ligeros ayudan a acelerar la producción y por consiguiente son apropiados para la producción temprana.

2.2.1 Importancia de la Plásticultura.

La plásticultura es la tecnología del uso de plásticos en la agricultura, la plásticultura empezó cuando se desarrolló el primer sustituto del vidrio para uso agrícola general. El polietileno fue desarrollado como una película plástica en 1938 y en la actualidad, el mayor volumen de plástico agrícola es de películas para cubiertas de invernaderos, (Spittstoesset y Brown,1991).

La plásticultura es un arte que combina las ciencias de varias disciplinas para hacer una herramienta muy útil para la protección de cultivos contra insectos (control integrado de plagas), cuya base radica en reducir el uso de los productos químicos, por medio de los plásticos que contienen pigmentos reflejantes (Ofra,1997).

2.3. Aplicación de los plásticos en la agricultura.

Los plásticos han permitido convertir tierras aparentemente improductivas en modernísimas explotaciones agrícolas, que de una agricultura de subsistencia, pasan a contar como modelo del desarrollo agrícola en muchas partes del mundo. El plástico en la agricultura se utiliza en invernaderos, macro túneles, micro túneles, acolchado, mallas, en el control de plagas (plásticos fotoselectivos), en el control de enfermedades (solarización), en el riego, etc.

2.3.1 Túneles Bajos:

También llamados microtuneles que son estructuras pequeñas de poca altura y angostas. Los materiales más usados para la construcción de los micro invernaderos son: varilla, alambrón, alambre, caña, carrizo, bambú, de forma semicircular, elíptica y triangular, se emplean para el establecimiento de almácigos en la producción de plántula de hortalizas.

Papaseit et al., (1997), reportaron 372,700 ha de micro túneles, la mayoría de ellos en Asia, mientras que para México se reportaron 4,170 ha , de micro túneles.

2.3.2 Macro Túneles:

Son invernaderos cuya estructura tiene un ancho de cuatro o cinco metros y dos a dos y medio metros de altura en la parte mas elevada, con longitudes variables que se recomiendan que no exceda los 50 a 60 metros para facilitar su manejo (Rodríguez e Ibarra, 1991)

2.3.3 Cubiertas Flotantes:

Pueden definirse como la instalación transparente y flexible puesta en hileras en uno o varios surcos de vegetales con el propósito de mejorar el crecimiento y rendimiento de la planta. La cubierta puede estar sujeta con arcos, o simplemente se colocan en las plantas durante un periodo relativamente corto de dos a ocho semanas. Las condiciones del clima son importantes para determinar el tiempo de remoción de la cubierta (Wells,1986). En un experimento con cubierta flotante en el cultivo de mini zanahoria híbrida *Bady Sweet*, cubriéndolos con una película de "agronet " en el cultivo se obtienen incrementos de temperaturas bajo la cubierta de 12 a 18 °C; y en suelo se obtuvieron incrementos de 1 a 3°C. Por lo que la cubierta puede dejarse hasta el final de la cosecha. Jenni (1986)

Algunas cucurbitáceas como melón y sandia pueden tolerar temperaturas arriba de 38°C y son muy bien adaptadas a cubiertas flotantes. EL follaje del tomate y chile son tolerantes a temperaturas altas pero la fruta bajo la cubierta es dañada a temperaturas mayores de 30°C.(Wells,1985).

2.4 Importancia de los invernaderos.

El cultivo bajo invernadero siempre ha permitido obtener producciones de calidad y mayores rendimientos en cualquier momento del año a la vez que puede alargar el ciclo del cultivo, al permitir producir en las épocas del año más difíciles y obtener mejores precios. Este incremento del valor de los productos permite que el agricultor pueda invertir tecnológicamente en su explotación agrícola como en sistemas de riego localizado, lo que se reflejan posteriormente en una mejora de los rendimientos y en la calidad de la producción final, derivado de la protección contra ciertos agentes devastadores (sequías, heladas, vientos, polvos, granizos, etc) (Robledo y Martín, 1981).

México cuenta con una superficie de 1,200 / ha de invernaderos, 4,170 / ha de micro túneles y una superficie de 40,000 /Ha de acolchados, por lo que las ventajas son:

- Intensificación de la producción, al dar las condiciones adecuadas para acelerar el desarrollo de los cultivos y permitir una mayor cantidad de plantas por unidad de superficie, de lo que se puede establecer en campo abierto.
- Posibilidad de cultivar todo el año. Esto se hace cuando se tiene la infraestructura adecuada para la construcción del invernadero, para el control de las condiciones climáticas como son: bajas y altas temperatura, humedad y otros fenómenos meteorológicos que limitan el desarrollo de los cultivos a campo abierto.

- Obtención de productos fuera de temporada, con las ventajas de mercado y precio que ello representa para el productor.
- Obtención de productos en regiones con condiciones restrictivas, como puede ser las hortalizas en zonas templadas.
- Aumento de los rendimientos por unidad de superficie, obteniendo un mayor número de plantas por superficie. Debido a que se pueden controlar las condiciones ambientales, para producir productos de buena calidad, tamaño, mediante podas de ramas, brotes y frutos.

Desventajas:

- Inversión inicial alta. La construcción de invernaderos representa una inversión relativamente alta, que en la actualidad sólo justifica para cultivos altamente rentables como las hortalizas, frutales y especies ornamentales. Por lo que no son recomendados para los cultivos básicos.
- Alto nivel de especialización y capacitación. El manejo de plantas en invernadero requiere de gente especializada tanto trabajadores y técnicos para el buen desarrollo del cultivo. Por lo que se requiere de una buena empresa para comercializar los productos, para recuperar la inversión inicial y hacer la empresa rentable.

- **Altos costos de producción. Los gastos de operación y algunos insumos en la producción en invernadero son mas costosos, de los que son utilizados a campo abierto en una misma superficie. Sin embargo los rendimientos son mucho mayor en invernadero, si el cultivo se atiende adecuadamente.**

- Condiciones óptimas para el ataque de agentes patógenos. Propician condiciones óptimas para el ataque de enfermedades fungosas y el ataque de las plagas, que de no controlarse pueden acabar con la producción.

2.4.1 Tipos de Invernaderos.

El término puede aplicarse a toda estructura cerrada cubierta por materiales translúcidos, dentro de la cual es posible obtener condiciones artificiales de microclimas y con ello cultivar hortalizas, flores y otros cultivos fuera de estación en condiciones más cercanas a los óptimos para crecimiento y fructificación, en cuanto a temperatura y luz se refiere (Alpi y Tognoni, 1991).

Los invernaderos pueden ser fijos o móviles, y se pueden clasificar de acuerdo a su estructura y forma del perfil externo.

Respecto a los tipos de estructura, según los materiales utilizados, estos pueden ser metálicos (hierro, aluminio), de madera, de hormigón y mixtos (hierro, madera, alambre, hormigón).

La clasificación más común puede ser la que atiende a su conformación estructural y perfil externo, que es la siguiente: Plano, Capilla. Simple a una agua y doble, diente de sierra un diente y varios dientes, Parral o/y tienda de campaña, túnel, asa de cesta, semielíptico (Serrano 1981).

2.5 Factores Ambientales y su Influencia en Desarrollo de los Cultivos Bajo Invernadero.

Los principales factores que intervienen en el desarrollo de los cultivos, mismos que se pretenden controlar mediante el uso y manejo de invernaderos, son: la luz, la temperatura, la luminosidad, la humedad ambiental y el bióxido de carbono (CO₂). Estos elementos son dependientes entre sí, cuando se modifica uno de ellos los otros también son afectados.

2.5.1 La Luz:

Bajo condiciones de invernadero es mejor maximizar la iluminación natural con atención cuidadosa a la cubierta, al diseño y orientación óptima y los cultivos dentro del mismo, ya que la productividad está fuertemente influenciada por la cantidad de luz que se recibe o se trasmite (Moens ,1991; Cockshull et al ., 1992; Kinet y Peet, 1997).

Los procesos ecológicamente significativos, en los que hay respuesta o control por señalización de luz son: la germinación de semillas, etiolación fotoformación y establecimiento de plántulas, percepción de proximidad y evitación

de sombra, aclimatación fotosintética a sombra vegetativa y a alta irradiación, respuestas trópicas, desarrollo de cloroplastos, crecimientos de tallos, pigmentación, apertura estomática, inducción a floración y tasa de floración, senescencia, inducción de dormancia de yemas y tuberización (Smith,1995; citado por flores,1996).

En condiciones subóptimas de luz en la relación rojo lejano al rojo (R:FR) provocan un incremento en la altura de la planta, pero cuando es muy baja, la elongación del tallo disminuye (Ballaré et al .,1990; Ballaré et al 1991; Kinet y Peet, 1997). Hevelink (1995) encontró que la velocidad de crecimiento del cultivo de tomate presentó una ligera respuesta de saturación a la radiación fotosintéticamente activa (RFA) dentro del invernadero, probablemente causada por un agotamiento de CO₂ en alta irradiación. La velocidad de crecimiento del cultivo varió entre casi cero g.m⁻² día⁻¹ en el invierno y 20 g.m⁻² día⁻¹ en el verano. Las plantas tienen mecanismos que revelan información acerca del ambiente luminosidad del dosel, dentro de los sistemas que controlan los patrones de ramificación, reparto de asimilados a las estructuras reproductoras y órganos vegetativos de almacenamiento (Ballaré et al .,1995).

Por cada uno por ciento de pérdida de luz en el rango de la radiación fotosintéticamente activa RFA, hay 0.5 a 3.1 por ciento de pérdida en rendimiento (Benoit y Ceustermans,1992; Verhaegh,1981; Pilati y Favaro,1999). El rendimiento fotosintético es directamente dependiente del nivel de fotosíntesis y se incrementa

con la intensidad de RFA hasta el nivel de saturación, lo cual varía de un cultivo a otro y dentro de épocas de producción (Moens ,1991).

La energía solar radiante es el factor ambiental que ejerce mayor influencia sobre el crecimiento de las plantas. De ella dependen la mayoría de los procesos biológicos, incluyendo la fotosíntesis, que es el proceso de conversión de la materia inorgánica en materia orgánica, al contituir la base de todas las cadenas alimenticias en la tierra. Los rayos luminosos son absorbidos por los cloroplastos y utilizados para la formación y asimilación de compuestos orgánicos complejos, a partir del CO₂ y de los elementos que la planta toma del suelo o los sustratos mediante las raíces.

Así, la energía luminosa es fundamental en varios procesos que realizan los vegetales. Además de los procesos fotoenergéticos y fotoquímicos que convierten la energía luminosa en energía química mediante el proceso de la fotosíntesis, también intervienen en los procesos de movimiento y formación de las plantas, por ejemplo, los tropismos, la orientación, el alargamiento del tallo y la formación de pigmentos y la clorofila. Al transformarse de energía luminosa en energía calorífica, la luz, interviene en todos los procesos bioquímicos de la planta. La luz actúa sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas como fuente de energética para la asimilación fotosintética de CO₂, así como fuente primaria de calor y estímulo para la regulación del desarrollo de todos los tejidos vegetales. (Alpi y Tognoni, 1991; Elías y Castillvi, 1996).

2.5.2 Radiación:

Por radiación se entiende la energía emitida por un cuerpo bajo, la forma de ondas electromagnéticas. La temperatura del cuerpo determina la cantidad de energía emitida, así como la longitud de onda. La radiación solar que llega a la superficie terrestre se encuentra comprendida entre 300 y 3000 nm de longitud de onda. En este intervalo podemos individualizar cuatro regiones fundamentales: la región de los ultravioletas (UV <400nm), la del visible (VIS , entre 390 y750 nm) y la del infrarrojo cercano(NIR), entre 780 y 3000 nm. En la VIS, que comprende casi el 50 % de la radiación global (RG) podemos distinguir la banda entre 400 y 700 nm, que corresponde a la radiación fotosintéticamente activa (RFA) y en términos energéticos acerca del 45 por ciento de la RG (Tognoni, 2000c).

De un valor de 100 por ciento de la radiación externa, sólo del 65 al 70% logra penetrar en el interior del invernadero, mientras que el resto es reflejado y absorbido por el techo o cobertura y por la estructura de soporte. De la radiación interna, entre el 10 y 20 % es reflejada por el cultivo (Guzmán, 2000; Tognoni, 2000c).

El uso de la energía para fotosíntesis en los cultivos se restringe a la densidad de flujo (Js^{-2} ó Wm^{-2}) de la radiación incidente en el rango de absorción de la clorofila (400-700 nm). Acorde al proceso de absorción la dimensión más adecuada es la densidad de flujo de fotones ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) y corresponde a la radiación fotosintéticamente activa (Krug, 1997; Guzmán, 2000;Tognoni, 2000c).

Las plantas responden no sólo a la cantidad de radiación disponible (intensidad), sino también a su duración (fotoperíodo) y su calidad. La RFA es importante para el proceso fotosintético e influye en la morfogénesis desde el punto de vista del fotoperiodismo, de aquí que las radiaciones que nos interesan se encuentren comprendidas entre los 650-655 nm R/FR (rojo lejano) (Guzmán,2000;Tognoni,2000c).

La primera respuesta a cambios en el ambiente de la radiación es la producción de hojas nuevas y estructuralmente alteradas en su anatomía foliar, particularmente su densidad estomática, el grado y forma de los espacios aéreos del mesófilo que afectan la resistencia al intercambio gaseoso y limitan la asimilación fotosintética, además, se altera el contenido y distribución de pigmentos, lo cual determina la eficiencia de la captura de luz por las hojas e influyen en la fotosíntesis (Lee et al .,2000).

2.5.3 Humedad:

La humedad relativa dentro del invernadero interviene en varios procesos, como el amortiguamiento de los cambios de temperatura, el aumento o disminución de la transpiración, en el crecimiento de los tejidos, en la viabilidad del polen para obtener mayor porcentaje de fecundación del ovario de las flores y en el desarrollo de enfermedades. Cuanto más húmedo este el

ambiente, menos posibilidades hay de aumentar la evaporación y la transpiración de las plantas, a no ser que aumente la temperatura del ambiente. A mayor temperatura dentro del invernadero menor humedad relativa. A menor humedad relativa mayor consumo de agua. Cuando la transpiración es intensa, como consecuencia de la falta de humedad en el ambiente o por las altas temperaturas, puede haber más concentración de sales en las partes donde se realiza la fotosíntesis y quedar disminuida esta función (Serrano, 1994).

2.5.4 Temperatura:

La temperatura no es factor que suministre directamente energía ni constituyentes para el crecimiento, pero influye en primer lugar la velocidad de las reacciones químicas. Controla el desarrollo de las plantas, incluyendo los procesos morfogénéticos de diferenciación. Estos aspectos, convierten a la temperatura en el factor más importante en el control del crecimiento, (Guzmán, 2000).

La temperatura óptima varía con la radiación solar; mientras mayor es la energía radiante, mayores son las exigencias térmicas. Los valores elevados de la temperatura diurna o nocturna en el caso de baja disponibilidad luminosa (<2.3 MJ

$\text{m}^{-2} \text{d}^{-1}$), pueden inhibir la floración más que nada en condiciones de día corto (Tognoni, 2000).

2.6 Efectos de la temperatura en Chile.

Conforme se incrementa la temperatura, la tasa de elongación del tallo y la relación de peso seco brote-raíz también se incrementa (Kinet y peet,1997). La elongación inicial de la raíz y ramificación son mecanismos altamente dependientes de la temperatura e incluso en Chile se altera directamente el estatus nutricional de plántulas al afectarse la absorción de nutrientes y el transporte de las raíces a los brotes (Dufault y Melton, 1990).

En la misma especie se afecta la velocidad de producción y reparto de materia seca al interior del tejido foliar. El crecimiento en su fase vegetativa es mucho mayor en temperaturas de 25-27°C en el día y 18-22°C en la noche. Temperaturas más bajas reducen la productividad futura al incrementar el peso específico foliar y disminuyen la relación de área foliar al peso seco total de la planta. La materia seca total y el área foliar se optimizan a 20-22°C de temperatura media y decaen fuera de este rango (Wien,1997b). Al respecto, Choe et al., (1998) evaluaron la temperatura e intensidad luminosa sobre la calidad de plántulas de *Capsicum annum L.* en la etapa de trasplante y encontraron que el peso seco y el área foliar fueron mayores a 28°C y a 33.5 Klux de luz y la mayor tasa fotosintética ($16.6 \text{ mg CO}_2 \text{ dm}^{-2} \text{ h}^{-1}$) fue a 23°C Choe et al., (1994) reportaron que el área foliar y el peso seco de plántulas de Chile se incrementó conforme lo

hizo la temperatura nocturna del aire y del suelo, similarmente se manifestó con el peso seco de la raíz. En algunos casos, una excesiva temperatura puede provocar el desarrollo partenocárpico y deformar el chile pimiento (Tognoni, 2000^a)

Las altas temperaturas que se presentan durante el día en primavera y verano, ocasionan en las plantas disturbios fisiológicos que causan una disminución en la cantidad y calidad del producto cosechado. Si bien las altas temperaturas adelantan el periodo de producción, lo que pudiera tomarse como ventaja, esta queda prácticamente oculta, pues el daño es mayor (Quiroga,1992).

Temperaturas superiores a 11°C durante el desarrollo de la planta de tomate en almácigo tuvieron influencia en la inducción floral y cuajado de los primeros frutos y por lo tanto precocidad en la cosecha (Bretones,1995). En genotipos de tomate, tanto de hábito determinado como indeterminado, el rendimiento es influenciado por la caída de flor debido a la temperatura (Santiago et al .,1998)

2.6.1 Fotomorfogénesis:

Es la respuesta del coleóptilo o de la plúmula a la aparición de la luz al alcanzar la superficie del suelo, ya que cuando el embrión se desarrolla en la oscuridad el coleóptilo continúa creciendo y el cayado de la plúmula no se endereza.

La fotomorfogénesis es el control de la morfogénesis por medio de la luz y ocurre a través de los siguientes fotorreceptores: el fitocromo, el que absorbe la luz del rojo y rojo lejano (600-800 nm); criptocromo, pigmento que absorbe longitudes de onda del azul y ultravioleta de onda larga (UV-A, 320 a 480 nm); fotorreceptor UV-B, absorben radiación ultravioleta con longitudes de onda entre 280 y 320 nm; y la fotoclorofilina a, pigmento que absorbe luz roja y azul y que una vez reducido forma la clorofila a (Salisbury y Ross, 1994;Weiss, 1995; Smith,1995;Terzaghi y Cashmore, 1995).

2.6.2 Fitocromo:

Es un fotorreceptor que juega un papel central en acoplar señales de luz externa a una amplia variedad de respuestas de desarrollo en la las plantas (Akira et al., 1993; Halliday et al., 1994). El fitocromo es el fotorreceptor primario para deetiolar y regular las plantas etioladas y crecidas en la luz (Carr-Smith et al.,1994). Este responde a la intensidad luminosa, calidad espectral y estado de polarización. Colectivamente puede

absorber fotones sobre un amplio rango de longitudes de onda, desde el rojo lejano al ultravioleta, pero su mayor absorción está en el rojo y rojo lejano del espectro electromagnético (Thompson y White,1991; Cerny et al.,1999).

2.6.3 Fotosíntesis:

La luz al incidir sobre las hojas y activar las funciones de los cloroplastos, desencadena una serie de reacciones de gran complejidad, en las cuales a partir de bióxido de carbono y el agua, se forman diversos tipos de azúcares, que son los resultados de este proceso y componente de las partes comestibles de las especies vegetales (Manuel.,1993).

La partición de carbono y translocación en las hojas fuerte se modifica directamente por la duración de la luz o indirectamente por su efecto sobre la actividad de demanda (Sitheswary y Janes,1992), aunque la tasa de asimilación instantánea por unidad de área foliar está en función de la luz absorbida y la eficiencia de la planta al uso de la luz depende de la vía fotosintética (C_3 , y CAM), el potencial hídrico y los niveles de otros factores de crecimiento como la temperatura y la concentración de CO_2 (Krug,1997).

La mayor eficacia fotosintética se obtiene, en general, a baja intensidad luminosa de 10,000 a 20,000 lux, correspondientes a 0.15-0.3 cal/cm²/min. Cuando la intensidad luminosa está por debajo de ese número de luz hay necesidad de restablecer a aquella iluminación si se quiere que la fotosíntesis siga su proceso. La mayor parte de los vegetales detienen su desarrollo vegetativo cuando la iluminación está por debajo de 1,000-2,000 lux, la cantidad de luz solar en un día claro en muchas puntos de la tierra sobrepasa los 110,000 lux, que corresponden a una radiación global de 1.4 cal/m²/min, con este exceso de luz y de calor, se dan algunos fenómenos negativos en la fotosíntesis. Si la intensidad luminosa es muy elevada, más de 100,000 lux produce una relación en la asimilación fotosintética (Serrano, 1979 ; Halfacre, 1992).

2.6.4 Clorofila:

La clorofila se sintetiza en un intervalo bastante amplio de intensidad de luz, en longitud de onda de 4,500 y 6,500 Ångstrom, y absorbe de dos longitudes de onda, la del rojo de 6,600-6,800 Ångstrom, y el azul de 4,800-5,000 Ångstrom (Torres 1995).

2.6.5 Dióxido de Carbono:

El CO_2 tiene un marcado efecto sobre los estomas. Las bajas concentraciones de CO_2 promueven la apertura estomática y las altas causan el cierre rápido a la luz o a la oscuridad. Como es de esperarse, si los estomas son forzados a cerrarse mediante tratamiento a las hojas de un alto CO_2 , no podrán ser forzados a reabrirse simplemente arrojando aire libre de CO_2 sobre la hoja, debido a la alta concentración del CO_2 atrapado ya en interior de la hoja. Sin embargo, la exposición a la luz bajo estas condiciones pronto causará la apertura, porque el CO_2 del interior de la hoja es consumido en la fotosíntesis. Por lo tanto se han desarrollado mecanismos de control que previenen eficientemente a los estomas contra la indebida inhibición de la tasa fotosintética, mientras el agua no sea limitante, pero los cierran con el fin de impedir la innecesaria pérdida de agua.

2.7 Mediciones en los Estomas.

Los estomas se miden frecuentemente mediante una observación microscópica directa, pero es difícil mantener condiciones experimentales. Otras técnicas incluyen el goteo de líquidos, como soluciones colorantes o aceites sobre hojas y la medición de sus tasas de penetración; o la aplicación de una película de una sustancia de establecimiento rápido como el colodión o el caucho de silicón para formar una copia de la superficie foliar con la cual hacer subsecuentes mediciones directas. Tanto una técnica como la otra son objeto de críticas en el sentido de que el fluido de penetración añadido o la película pueden causar cambios en el ambiente de

los de los estomas; sin embargo, han producido resultados útiles.(Bidwell, 1979).

Los estomas típicos de las dicotiledóneas constan de dos células oclusivas con forma de riñón; por lo común, cada milímetro cuadrado de superficie foliar tiene unos 100 estomas aunque el número puede ser 10 veces mayor y se ha informado un máximo de 2230 (Woodward,1987).

2.8 Métodos de Control de Temperaturas Máximas.

Altas temperaturas e inadecuada humedad durante fines de primavera y verano son los factores más importantes que determinan rendimiento y calidad; promueven la incidencia de plagas y enfermedades. Son a los que hay que presentar una atención especial, para adoptar equipo efectivo de bajo costo en mejoras del ambiente del invernadero, tales como pantallas térmicas y de sombreado y sistemas pasivos de control ambiental (Yüksel, 1998).

En el diseño moderno de un invernadero, por razones económicas y para que se pueda utilizar más durante el año se controlan las temperaturas, ya sean altas o bajas. Estas exigencias ocurren más frecuentemente durante el verano,

pero puede haber la necesidad también de hacerlo el invierno cuando, en situaciones especiales se tienen fuertes fluctuaciones térmicas (Tognoni, 2000^a)

2.8.1 Sistema de Sombreo:

En la actualidad en la horticultura, la sombra se utiliza para la producción de plántulas, evitando el estrés que la radiación directa provoca en las plantas jóvenes, obteniendo un mejor crecimiento en tamaño, color y salud para obtener una buena cosecha posterior (Palacios, 1995). El uso de sombra luz (25-50 por ciento) durante el crecimiento de plántulas, ha sido recomendado para incrementar el rendimiento de chile Bell en un ambiente tropical al maximizar la producción de área foliar (Schoch, 1972).

En la misma especie, los tratamientos de sombreado reducen drásticamente el daño de escalde (quemado) al fruto por el sol e incrementar el tamaño, quizás como resultado de un incremento en el número de semillas por fruto (Wien, 1997b).

Shaheen et. al., (1995) produjeron plántulas de tomate cv. Dombo, chile cv. Gedeon F1 y pepino cv. Katia F1 expuestas a intensidad luminosa de 100 (testigo), 65,49 y 37 por ciento en un invernadero de plástico. Conforme se incrementa el nivel de sombra, el peso fresco y seco de las plántulas se reduce. Los más altos valores de tasa de asimilación neta (TAN) para las tres especies fueron obtenidos en el tratamiento testigo; es decir, conforme disminuye la

intensidad lumínica, los valores de la TAN y el contenido total de clorofila también se reduce.

2.8.2 Ventilación Natural:

Los sistemas de ventilación más usuales son los de tipo pasivo mediante ventanas, laterales y en algunos casos, también con ventanas zenitales. El intercambio del aire entre el interior y el exterior incide de una manera clara en el clima del cultivo. Se puede bajar la temperatura abriendo oportunamente los ventanales, cuya superficie (abierta), tiene que tener unas proporciones óptimas en relación con el tipo y la superficie total del invernadero (Matalla y Montero, 1995; Alpi y Tognoni, 1991).

La eficiencia de ésta ventilación esta en general muy limitada, debido a que los problemas fitosanitarios forzan a los agricultores a la instalación de densas mallas anti-insectos que dificulta el paso del aire (Guzmán y Sánchez, 2000).

La posibilidad de enfriar el invernadero por medio de ventilación depende del viento en la parte interna. Su efecto está relacionado con la velocidad y con la dirección; el efecto aumenta con la velocidad, excepto cuando su dirección es paralela o perpendicular al invernadero. Cuando en la regulación de la temperatura se tiene en cuenta la velocidad del viento, la longitud de tallos es menor del 7 por ciento, pero existe un ahorro de combustible del 14 por ciento (Tognoni, 2000).

2.8.3 Ventilación Mecánica:

El uso de ventiladores permite un control más preciso de la temperatura de invernadero que el que puede lograrse con la ventilación pasiva; no obstante, su uso es moderado por el precio de la instalación y por el consumo de energía eléctrica (Matallana y Montero, 1995). La temperatura excesiva y alta humedad proveen de una situación donde la moderación de la temperatura dentro de invernadero no puede ser llevada a cabo eficientemente, y conforme dichos factores se incrementan este sistema de enfriamiento es menos eficiente (Hochmuth , 1991).

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización del Sitio Experimental

El presente trabajo experimental se realizó en el Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA), Ubicado en Saltillo, Coahuila, México, en el año 2001, cuya área se encuentra en las coordenadas geográficas 25°27' de latitud norte y 101°02' de longitud oeste, con una altitud de 1610 metros sobre el nivel del mar, (Baca, 1990).

3.2 Características generales del sitio experimental.

El clima se define como seco estepario, según clasificaciones de Wilhelm Kööpen, modificado por García (1998), para la Republica Mexicana. El clima de Saltillo, Coahuila se define como seco estepario, cuya fórmula climática es:

BSoK(x´)(e). Donde:

BSo = Es el clima más seco de los BS con un coeficiente de P/T menor de 22.9.

K = Templado con verano cálido, con una temperatura media anual entre 12 y 18°C y la del mes más caliente 18 °C o más.

X´ = Régimen de lluvias con un intermedio entre verano e invierno.

e = Extremosa con oscilación entre 7 y 14°C y mayores.

La temperatura media anual es de 18°C y la precipitación media anual es alrededor de 365 mm, los meses más lluviosos son Junio –Septiembre y el más lluvioso el mes de Julio. La evaporación promedio anual es de 178 mm, y la más intensa en los meses de Mayo a Junio, con 236 a 234 mm respectivamente (Trejo., 1995).

Gracias a la caracterización Físico-Química del suelo del campo experimental es del calcisol de origen aluvial, Arcillo Limoso, moderadamente salino (8 mmhos/cm a 25°C). A una profundidad de 30 cm, la textura es medianamente pesada, medianamente rica en materia orgánica, 2.37 %, medianamente alcalino con un pH menor de 7.65, ligeramente salino, C.E, menor de 2.57 mmhos/cm, capacidad de campo de 29.48, densidad aparente de 1.18 grs/cm y punto de marchites permanente a 16.02 .

(Zavala, 1992).

El agua de riego es de clase C_3S_1 , de calidad media, apta para suelos bien drenados y seleccionando cultivos tolerantes a sales (Narro, 1985).

3.3 Descripción de los tratamientos.

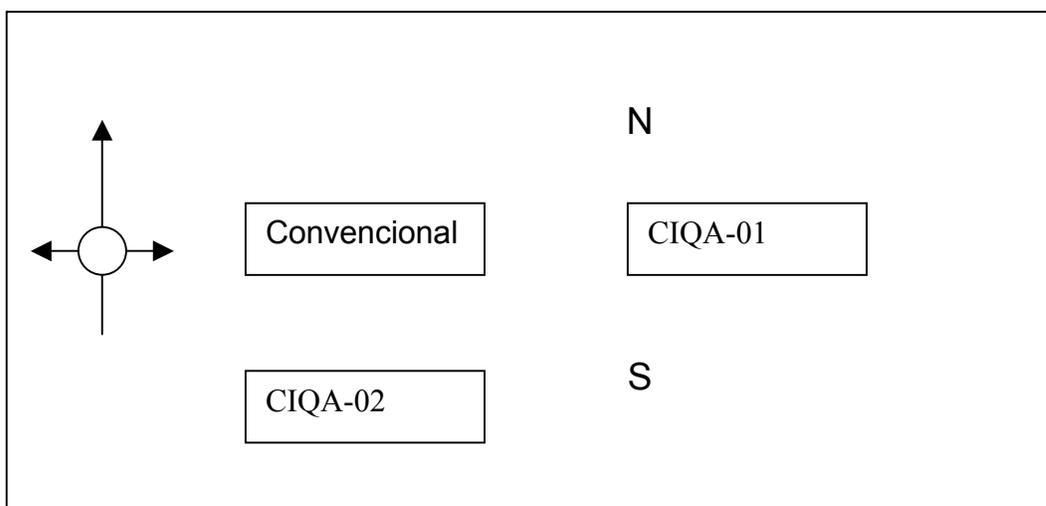
Los tratamientos que se evaluaron fueron tres películas plásticas con 10 repeticiones por tratamiento:

Película = Convencional (testigo)

Película = CIQA-01

Película = CIQA-02

Distribución de los tratamientos



La película convencional (testigo), es un material transparente flexible, de un calibre de 720 micras, con aditivos de larga duración, la perlecente (CIQA-01), es un material transparente flexible que deja pasar una menor cantidad de radiación solar que el convencional ya que su formulación es diferente, con igual calibre que la anterior y la plateado, (CIQA-02), la que es de un material flexible que deja pasar menor cantidad de radiación solar que el convencional ya que su formulación es diferente en comparación a ésta y a la CIQA-01 con igual calibre.

3.4 Diseño Experimental

El diseño experimental empleado fue de bloques al azar con 10 repeticiones los resultados obtenidos se sometieron a un análisis estadístico bloques, utilizando el programa estadístico de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL) para realizar los análisis de varianza y las pruebas de medias. (Tukey, $\alpha = 0.05$). Con el modelo estadístico.

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

donde: Y_{ij} = Observación del i-ésimo tratamiento.

μ = Efecto general de la media general.

T_i = Efecto del i-ésimo tratamiento.

β_j = Efecto verdadero de la j-ésima repetición.

ϵ_{ij} = Efecto verdadero del error experimental.

3.5 Características de los Materiales Utilizados.

El experimento fue realizado en tres invernaderos de tipo capilla con una área de 180 metros cuadrados cada uno, de estructura metálica, fueron cubiertos con las películas CIQA-01, convencional y CIQA-02 con un calibre de 720 micras, las cuales se sujetaron con madera y se dejó la ventilación a los lados de cada invernadero. En las ventanas laterales se colocó tela mosquitera.

Se utilizó semilla de pimiento morrón var. Júpiter, el cual es un pimiento de amplia adaptación tipo “Bell”, es dulce, con altos rendimientos, de una madurez media, la planta es de mediano vigor con buen follaje de cobertura, produce frutos de tipo cuadrados, grandes, con paredes gruesas y casi todos con cuatro lóbulos, son de color verde oscuro y se vuelve rojo brillante al completar su madurez en la planta. Tiene resistencia al virus del mosaico del tabaco.

El establecimiento del cultivo se realizo vía trasplante, en bolsas de polietileno de color negro y como sustrato (Peat-moss Premier Promix PGX, consiste en una mezcla de turba de Sphagnun más perlita, agrolita y vermiculita) mezclado con suelo a una relación de dos a uno.

El sistema de riego utilizado fue por goteo localizado, con un gasto de 1 Its / hora / maceta.

La fertilización se efectuó cada tercer día en el riego, la dosis utilizada fue:

Transplante	Floración
Nitrato de calcio ,Ca (NO ₃) ₂ = 36 gr	280 gr
Nitrato de potasio, K (NO ₃) ₂ = 44 gr	490 gr
Ac. Fosforico.....=32 ml	73 ml
Nitrato de amonio, NH ₄ NO ₃ = 67 gr	81 gr

Este tipo de fertilizantes se eligieron por su alta solubilidad en el agua , ya que con esto se evita el taponamiento del sistema de riego, para una eficiente distribución del fertilizante en los tres invernaderos.

Se emplearon los fungicidas: Tecto 60 7 grs/mochila, Trevanil 75

ph 60 grs/mochila, Previcur N 15 ml/mochila, Captan 30

ml/mochila, Mancozeb 30 ml/mochila, Prozycar 12 grs/mochila.

Insecticidas utilizados: Aflix 12 grs/mochila, Trigard 9

grs/mochila, Gusation 15 grs/mochila. Para el control de mosquita

blanca, minador de la hoja, pulgones. Como controladores y los

funguicidas como preventivos.

3.6 Variables Climáticas.

Para registrar la radiación total y la radiación fotosintéticamente activa en el interior de los invernaderos se colocó un sensor Quantum y un pyranómetro a 40 cm del nivel del piso. Para medir la temperatura, se colocaron dos sensores tipo 1000-16 en cada invernadero dentro de garitas de madera, a dos niveles de altura a .80 m y 2.20 m en el interior del invernadero, considerando que la parte más alta del invernadero es donde se acumula el calor.

En el exterior del invernadero se colocaron sensores del mismo tipo que en el interior, para usarlos como referencias. Todos los sensores se conectaron a un equipo de Data logger LI-COR Li-1000. Este equipo estuvo programado para tomar datos de temperaturas internas como externas, cada minuto., para sacar una media por cada hora y durante las 24 horas. Las lectura se empezaron a tomar desde el 6 de junio al 19 septiembre del 2001. Estos datos fueron procesados en la computadora.

3.7 Las variables medidas en planta son:

Altura de planta, diámetro de tallo, número de flores (cuando el 50 % estaban floreadas), número de frutos en estas dos últimas variables se transformaron los datos debido a que en algunas plantas no se encontró flores y frutos, utilizando la formula: $\sqrt{x + 1}$ se obtuvieron los datos para sacar la significancia de los tratamientos.

Se midió la fotosíntesis con un analizador de gases infrarrojo (IRGA) LI-6200 de LI-COR Co. El procedimiento fue que la hoja de la planta se colocó dentro de una cámara en la cual hay sensores que determinan la temperatura de la hoja y radiación fotosintética y en la cámara se determina por diferencia del CO₂ inicial y el consumido por la hoja; esto para determinar la cantidad de fotosíntesis que realiza la planta por unidad. Las lecturas se tomaron en diferentes fechas: La primera lectura se tomó el 21 de Julio del 2001, y la segunda el 22 de Agosto del 2001. Las lecturas se hicieron entre las 13 y las 15 horas.

Según el protocolo de Strain, se midió la clorofila por espectrofotometría, donde se mide la cantidad de luz que absorben los pigmentos de clorofila. Para esto se tomaron 0.25 gr de la hoja de la planta y se molieron extrayendo la savia de la hoja con la aplicación de acetona al 80 % y se realizó dos veces: La primera fue el 5 de Septiembre y la segunda el 19 del mismo mes.

Se contaron los estomas mediante un microscopio graduado, por centímetro cuadrado. El muestreo se realizó el día 12 de septiembre del 2001, mediante una copia del haz de la hoja, con seis repeticiones por invernadero. Los materiales utilizados son: porta objetos, cinta escoch, la sustancia química Xilol.

Para determinar el rendimiento total de la cosecha se peso el total de frutos por cada repetición y un conteo de frutos y de igual forma para determinar el numero de frutos en los tres tratamientos hasta el último corte.

En esta variable se aplicó la formula de Iowa para realizar el ajuste por plantas perdidas en cada invernadero, para esto se tomó el numero de plantas del invernadero que mayor numero tenía.

La formula es:

$$\left[H - 0.3 M \right]$$

Producción calculada = Producción real $\times \frac{H - M}{H - M}$ En donde:

H = Número de plantas.

M = Número de fallas.

0.3 = Factor de corrección.

La materia seca se determinó muestreando a las primeras cinco repeticiones de cada tratamiento, se colocó la materia húmeda en bolsa de papel, se secaron en una estufa (Blue M Electric Company) de 65 a 70 °C durante 48 horas y para determinar el peso seco en una balanza electrónica (AND-HR-120).

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 Altura de Planta.

Los datos en el cuadro 4.1 muestran el análisis y comparación de medias para la altura de planta en 5 fechas diferentes, donde los tratamientos CIQA-02 y convencional son iguales estadísticamente pero diferentes en comparación con el tratamiento CIQA-01, en la cuarta fecha en el cuadro mencionado se nota que convencional es igual a CIQA-01 y CIQA-02 pero la diferencia de altura es evidente ya que convencional es inferior en 12.5 cm comparado con CIQA-01 y superior en 4.9 cm con respecto a CIQA-02, pero el CIQA-01 si es diferente estadísticamente al CIQA-02 con plantas más altas para el CIQA-01. En la ultima fecha se muestra como CIQA-01 es superior en un 39.3 % (16.8 cm) en comparación con CIQA-02 y mayor también para convencional en un 31.0 % (14.18 cm) por lo que se demuestra que es el mejor tratamiento para esta variable.

Ledesma (1994) evaluando el efecto de diferentes cubiertas plásticas de colores en producción de plántula de brócoli demostró que las cubiertas PVC violeta y PE anaranjado tienen efectos favorables sobre el crecimiento de la planta, Hernández 1992 y Serrano 1990, determinaron que en determinado tipo de colores de cubiertas plásticas incrementan el desarrollo y crecimiento de la longitud de planta. Esto coincide con el presente trabajo ya que las cubiertas plásticas PE perlecente es quien tiene efectos favorables sobre el crecimiento de la planta.

Cuadro 4.1 Comparación de medias para altura de planta en pimiento en diferentes tratamientos con películas de invernadero.

Altura de planta (cm)					
Tratamientos	4/07/2001	25/07/2001	15/08/2001	05/09/2001	26/09/2001
CIQA-01	29.1 a	39.4 a	45.8 a	53.3 a	59.78 a
Convencional	21.6 b	29.1 b	33.0 b	40.8 ab	45.6 b
CIQA-02	20.9 b	27.5 b	31.9 b	35.9 b	42.9 b
Significancia	*	*	*	*	*
C.V	9.019 %	10.14 %	13.77%	14.91%	13.47 %
Tukey	4.48	6.76	10.59	13.47	13.87

4.2 Diámetro de Tallo (mm).

Para las lecturas 1, 3, 4 se encontró diferencia estadística entre el tratamiento CIQA-01 y el testigo, sin embargo no hubo diferencia con el tratamiento CIQA-02, para la 2 y 5 lecturas no hay diferencia estadística pero en el cuadro 4.2 se muestra como en la 2 lectura CIQA-01 tiene un mayor diámetro de tallo en un 34.7 % (0.32 mm) comparado con el tratamiento convencional, en tanto CIQA-02 es superior al testigo ya que tiene un diámetro mayor en un 11.9 % (0.11 mm). En la 5 lectura aunque no hay diferencia estadística se observa que CIQA-01 es el que muestra mayor grosor, obteniendo mayor diámetro de tallo en comparación al tratamiento testigo con un 26.8 % (0.43 mm) y respecto al CIQA-02 en un 7.9 % más.

Ledesma (1994) afirma que la calidad de la luz tiene gran influencia en los procesos fisiológicos de la planta ya que las cubiertas plástica PVC blanco y PE

amarillo aumentan el diámetro de tallo, Robledo y Martín 1989, serrano 1990 citan que las cubiertas plásticas de determinado espesor, calidad y cantidad de luz tienen efectos positivos en el desarrollo de la planta aumentando el diámetro de tallo, esto coincide con el presente trabajo ya que la cubierta plástica CIQA-01 permite una cantidad y calidad de luz eficiente para el crecimiento y desarrollo de la planta proporcionándole un mayor diámetro de tallo a la planta.

Cuadro 4.2 Comparación de medias para diámetro de tallo en pimiento en diferentes tratamientos con películas de invernadero.

Diámetro de tallo (mm)					
Tratamientos	04/07/2001	25/07/2001	15/08/2001	05/09/2001	26/09/2001
CIQA-01	0.76 a	1.24 a	1.5 a	1.83 a	2.03 a
Convencional	0.57 b	0.92 a	1.08 b	1.35 b	1.6 a
CIQA-02	0.64 ab	1.03 a	1.34 ab	1.65 ab	1.88 a
Significancia	*	N.S	*	*	NS
C.V	13.16 %	14.63 %	15.17 %	12.06 %	12.73 %
Tukey	0.180	0.325	0.413	0.403	0.487

4.3 Número de Flores por Planta.

En el cuadro 4.3 la primer lectura se encontró diferencia estadística entre tratamientos siendo CIQA-01 superior en un 188.23 % (3.2 flores) en relación con el testigo y superando también a CIQA-02 en un 206 % (3.3 flores), en la 2 y 3 lectura no se muestra diferencia estadística debido a que se comportaron de

la misma manera los tres tratamientos, para la cuarta lectura se demuestra que CIQA-01 obtuvo mayor número de flores ya que supero en 216.6 % (6.5 flores) con respecto al testigo, y a CIQA-02 en 427.7 % (7.7 flores). En la ultima evaluación no se encontró y a diferencia de las lecturas anteriores CIQA-02 tuvo mayor número de flores comparado con CIQA-01. De acuerdo a lo anterior CIQA-01 se mantuvo mas estable bajo esta variable ya que las condiciones ambientales dentro del invernadero le favorecieron más a la planta de pimiento.

La floración es inducida por las hojas que funcionan como receptores captando la luz y el tallo funciona como reactor para la inducción floral, la alta intensidad de radiación dentro del invernadero puede afectar a la floración debido a que se incrementa la temperatura y la humedad relativa provocando un abortamiento de flores debido a que sufre un estrés hídrico Bidwell (1993).

Cuadro 4.3 Comparación de medias para número de flores por planta en diferentes tratamientos de cubiertas para invernadero.

Número de flores por planta					
	04/07/2001	25/07/2001	15/08/2001	05/09/2001	26/09/2001

CIQA-01	4.9 a	3.3 a	0.90 a	9.5 a	2.9 a
Convencional	1.7 b	3.1a	0.00 a	3.0 b	5.2 a
CIQA-02	1.6 b	3.3a	.80 a	1.8 b	7.7 a
Significancia	*	N.S	N.S	*	N.S
C.V	27.59 %	24.50 %	38.67%	22.97 %	40.11 %
Tukey	0.5691	0.05	0.05	0.5862	0.05

4.4 Número de Frutos por Planta.

Se puede observar, cuadro 4.4, que no existe diferencias significativas entre los tratamientos 1, 2 y 3 de las evaluaciones realizadas, sin embargo se puede ver una tendencia de mayor número de frutos en todas las evaluaciones en los tratamientos CIQA-01 y CIQA-02, con respecto al tratamiento con película convencional. Esto se puede deber a que la radiación y la temperatura dentro del invernadero convencional fue mucho mayor que en los tratamientos CIQA-01 y CIQA-02, lo que pudo haber causado un menor cuajado de flores y frutos, en la 4 lectura se demuestra que CIQA-02 es inferior en un 190.9 % (6.3 frutos) en comparación con CIQA-01 y el testigo relativamente es inferior en un 220 % (6.6 frutos) ante CIQA-0, para la 5 lectura se

dice que CIQA-02 es igual que CIQA-01 y el testigo, pero realizando una comparación de medias se demuestra lo contrario ya que CIQA-01 es superior en un 42.57 % (4.3 frutos) frutos ante CIQA-02, y aun teniendo mayor número de frutos en un 76.25 % (6.4 frutos) en comparación con el testigo. Por lo que se sume que la polinización se realizo más efectivamente en CIQA-01 ya que en los tratamientos testigo y CIQA-02 fueron afectados por la alta radiación las altas temperaturas y un estrés hídrico dentro del invernadero en relación con CIQA-01, ya que este invernadero nos disminuyo dichas variables.

Hernández (1999) menciona que la alta luminosidad y temperatura del ambiente dentro del invernadero tienen efectos desfavorables sobre el crecimiento y desarrollo de los tejido vegetales disminuyendo el número de frutos en la planta, ya que coincide con Bidwell (1993) quién afirma que el número de frutos es afectado por la alta radiación y temperatura ya que la flor no alcanza a polinizarse a altas temperaturas por lo que no ocurre un amarre de frutos Bidwell (1993).

Cuadro 4.4 Comparación de medias de número de frutos por planta en pimiento.

Número frutos por planta					
	11/07/2001	25/07/2001	15/08/2001	05/09/2001	26/09/2001
CIQA-01	2.0 a	5.6 a	7.4 a	9.6 a	14.4 a
Convencional	0.7 a	4.8 a	6.1 a	3.3 b	8.0 b
CIQA-02	1.2 a	5.0 a	7.4 a	3.0 b	10.1 ab
Significancia	NS	NS	NS	*	*
C.V	30.01 %	17.40 %	19.42 %	29.66%	17.34 %

Tukey	0.05	0.05	0.05	1.0710	0.9151
-------	------	------	------	--------	--------

4.5 Rendimiento total.

Para rendimiento total, se encontró que existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos evaluados. La comparación de medias muestra que de los tres tratamientos el que mejor se comportó fue CIQA-01 siendo superior que el testigo en un 55.85 % (15.225 ton/ha) mientras que el tratamiento CIQA-02 lo superó en 28.51% (7.775 ton/ha). La diferencia que existe entre CIQA-01 y CIQA-02 es 21.2 % (7.45 ton/ha) a favor del CIQA-01.

Aguirre (1985) demostró que trabajando con pepino en tres cubiertas para invernadero la que mejor se comportó fue la cubierta de larga duración obteniendo los más altos rendimientos, ya que este era el que le proporcionaba las condiciones más óptimas a la planta, en las otras dos cubiertas (cubierta normal y térmica) fue disminuyendo el rendimiento debido a que las temperaturas y la radiación aumentaron dentro del invernadero.

El presente trabajo coincide en parte con lo que menciona Aguirre, ya que una cubierta con buena transmisión de radiación, pero que influye en una menor temperatura dentro del invernadero fue la que mejor rendimiento provocó. Sin embargo para el caso de rendimiento una película que disminuye más la temperatura, pero con una considerable reducción de la radiación fotosintética,

que llegue a afectar el punto de saturación de luz que el cultivo necesite, si puede afectar negativamente, por lo cual es importante buscar un balance entre la cantidad de radiación que disminuye, la temperatura que modifique y la actividad fotosintética de la planta.

Cuadro 4.5 Comparación de medias en rendimiento total del pimiento en diferentes tratamientos con películas de invernadero.

Rendimiento total (ton /ha)		
	Medias kg/planta	Total (ton/ha)
CIQA-01	1.6990 a	42.475
Convencional	1.090 c	27.250
CIQA-02	1.4010 b	35.025
Significancia	**	
Tukey	0.05	

** altamente significativos

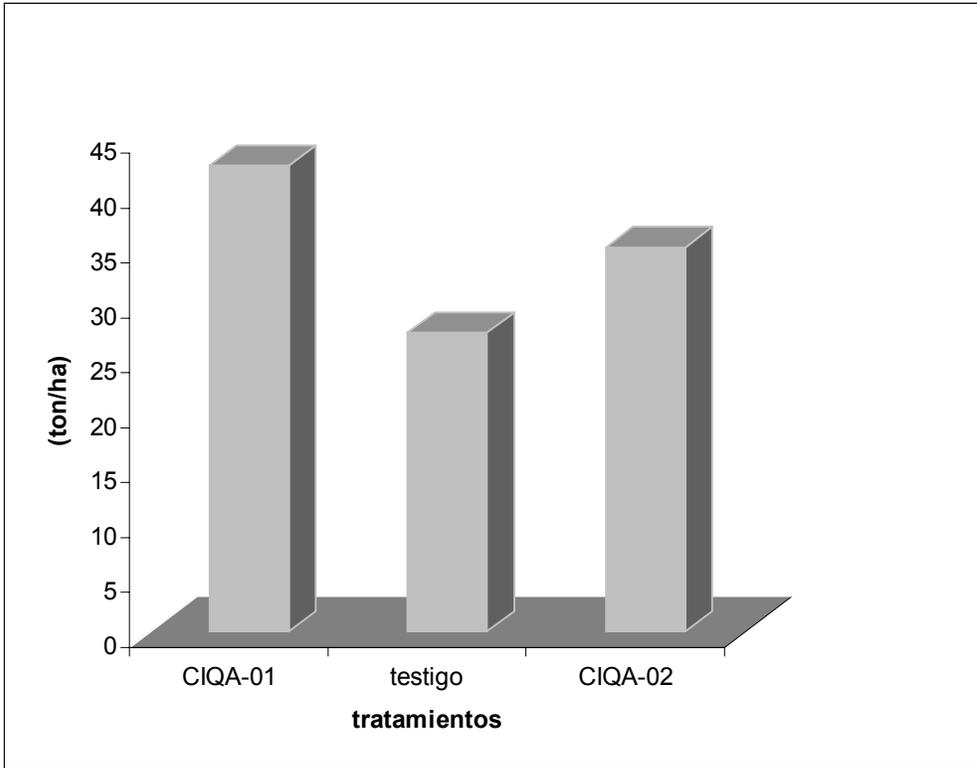


Figura 4.1 Rendimiento total para el cultivo de pimiento morrón en invernadero con diferentes cubiertas de polietileno.

4.6 Biomasa

En esta variable se muestra que hay diferencia significativa entre tratamientos, estadísticamente se observa que CIQA-01 es igual a CIQA-02 y

superior al testigo, la comparación de medias muestra sin embargo que CIQA-01 es mayor en un 28.6 % (0.467 ton/ha) comparado con CIQA-02 y superior en un 110 % (1.099 ton/ha) con respecto a el testigo.

Samaniego (2001) quién trabajo con plántulas de pimiento en las mismas cubiertas plásticas menciona que CIQA-01 y CIQA-02 obtuvieron mayor área foliar debido a que reducen la RFA en un 56 y 42 %, y la temperatura en 1.5 y 1.85 °C respecto al testigo. Lo cual coincide con el presente trabajo ya que la cubierta PE perlecente y plateada aumentan el desarrollo de la planta y asimismo aumentan la producción de materia seca en pimiento.

Ledesma (1994) coincide con Hernández 1992 y serrano 1990, que algunas cubiertas plásticas de colores PVC blanco y PE anaranjado tiene efectos que favorecen el desarrollo de la plántula de brócoli aumentando la producción de materia seca.

Cuadro 4.6 Comparación de medias en rendimiento de biomasa total en el cultivo de pimiento con diferentes tratamientos de películas para invernadero.

Biomasa Total			
	g/planta	Plantas/ha	Ton /ha
CIQA-01	83.865990 a	25000	2.09664975
Convencional	39.919998 b	25000	0.99799995
CIQA-02	65.197998 ab	25000	1.62994995
Significancia	*		
Tukey	0.05		

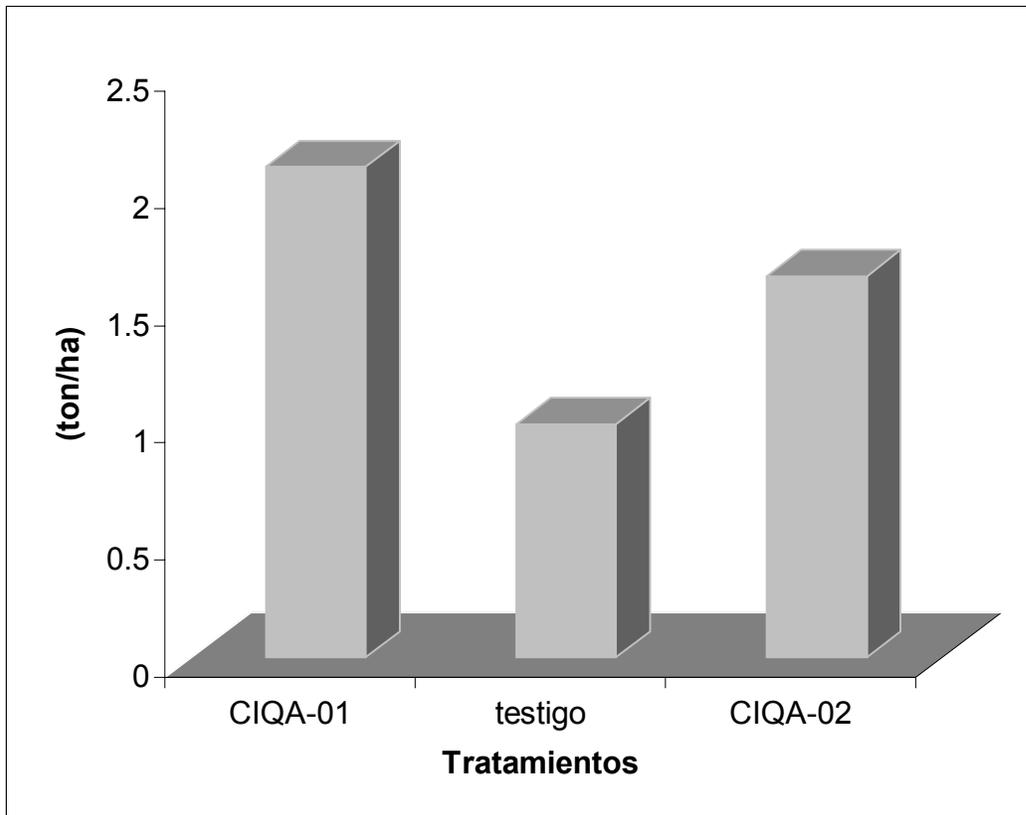


Figura 4.2 Biomasa total seca de pimiento en diferentes tratamientos de películas para invernadero.

4.7 Clorofila.

En el análisis de varianza se encontró diferencia significativa entre CIQA-01, testigo y CIQA-02 , siendo CIQA-01 superior en un 37.3% (0.274 mg/g) de clorofila comparado con el testigo , CIQA-01 es mayor en un 34.8 (0.26 mg /g) de clorofila con respecto a CIQA-02. Para la segunda lectura no se encontró diferencia significativa entre tratamientos, CIQA-02 fue superior en un 16.1% (0.149 mg/g) de clorofila comparado con CIQA-01, comparando CIQA-02 con el testigo se encontró una diferencia de un 4.8 % (0.05 mg/g) de clorofila (cuadro 4.5).

Esto no coincide con lo evaluado por Shaheen et al ., (1995) quien menciona que conforme disminuye la intensidad lumínica el contenido de clorofila se reduce también, ya que en la primera lectura se encontró mas clorofila en el tratamiento CIQA-01 que es la cubierta que nos redujo mas la intensidad lumínica.

Cuadro 4.7 Comparación de medias para clorofila en dos fechas diferentes en pimiento.

Clorofila mg/g peso fresco		
Tratamientos	05/09/2001	19/09/2001
CIQA-01	1.007297 a	0.925280 a
Convencional	0.733017 b	1.024727 a

CIQA-02	0.747880 b	1.074557 a
Significancia	*	N.S
C.V	5.42%	8.68%
Tukey	0.05	0.05

4.8 Número de Estomas.

Para el número de estomas se tomaron 3 hojas por tratamiento, en la parte inicial , media y final del invernadero respectivamente, en cada una de las mediciones CIQA-01 supero a CIQA-02 y al testigo. En la primera hoja tuvo 25 % mas de estomas que el testigo y 91 % más que CIQA-02 lo que representa una diferencia de 13 y 31 estomas respectivamente, en la hoja dos que fue tomada de la parte media del invernadero, las diferencias entre CIQA-01, testigo y CIQA-02 fueron de 85, 63 y 40 estomas respectivamente, para la hoja tres tomada al final del invernadero encontramos que el número de estomas se reduce sin embargo CIQA-01 sigue siendo superior en un 62.2 % (28 estomas) comparado con el testigo y en un 97.2 % (36 estomas) con respecto a CIQA-02 (cuadro 4.6).

Esto no coincide con lo reportado por Woodward,(1987) quien menciona que cada milímetro cuadrado de superficie foliar tiene unos 100 estomas aunque el número puede ser 10 veces mayor ya que la densidad estomática es sensible a la concentración de CO₂, ya que hay menos estomas por unidad de área cuando se incrementa el CO₂ .

Cuadro 4.8 Número de estomas por mm² por hoja en pimiento morrón en diferentes zonas de los tratamientos tomadas al azar en la parte inicial, media y final de cada invernadero.

Número de Estomas por mm ²			
Tratamientos	Hoja 1	Hoja 2	Hoja 3
CIQA-01	65	85	73
Testigo	52	63	45
CIQA-02	34	40	37

4.9 Fotosíntesis.

Al medir la capacidad fotosintética en la primera lectura de las plantas de las tres cubiertas plásticas se encontró que CIQA-02 es quien obtuvo mayor tasa fotosintética en un 48.7 % ($11.82 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) comparado con CIQA-01, el testigo aumento su fotosíntesis en un 20.6 % ($5.0 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) con respecto a CIQA-01. Para la segunda lectura CIQA-02 fue mayor en la tasa fotosintética en un 30.1 % ($8.27 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) en comparación con CIQA-02, el testigo tendió a aumentar su capacidad fotosintética en un 24.75 % ($6.8 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) en relación a CIQA-01. Siendo CIQA-01 quien tiene una menor capacidad fotosintética, debido a que la radiación y la temperatura son menores que en CIQA-02 y el testigo (cuadro 4.7).

Salisbury y Ross (1994) mencionan que por encima de ciertos niveles de radiación, conocida como saturación lumínica, el incremento en la luz ya no causa incremento alguno en la fotosíntesis.

May y Keys (1983) afirman que el aumento en la temperatura suelen incrementar la tasa fotosintética hasta que comienza la desnaturalización enzimática y la destrucción del fotosistema. Sin embargo la pérdida de CO₂ por respiración también aumenta con la temperatura, hecho notable sobre todo en fotorespiración, en gran parte es debido a que el aumento de temperatura incrementa la proporción de O₂ disuelto respecto al CO₂.

Cuadro 4.9 Cantidad de fotosíntesis por planta.

Fotosíntesis ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)		
Tratamientos	21/07/2001	21/08/2001
CIQA-01	24.27	27.47
Testigo	29.27	34.27
CIQA-02	36.09	35.74

4.10 Radiación Fostosintéticamente Activa (RFA):

CIQA-01 reduce la (RFA) en un 68.73 % en comparación con la RFA externa, pero tiende a aumentar la temperatura en un 15.7

% (5.2°C) con relación a la temperatura externa. El testigo (convencional) reduce la RFA en un 35 % comparada con la RFA externa y nos aumenta la temperatura dentro del invernadero en un 25.72 % (8.48°C) con relación a la temperatura externa. CIQA-02 nos permite el paso de RFA en un 30.51 % en comparación con la externa y nos aumenta la temperatura en un 25.6 % (8.44°C) de la temperatura externa. Por lo que CIQA-01 permite obtener un ambiente más adecuado a las exigencias de la planta en pimiento morrón (cuadro 4.10)

Cuadro 4.10 De temperaturas, RFA y radiación total máximas de 13:00 a 14:00 hrs dentro y fuera de los invernaderos.

	RT	RFA($\mu\text{m. m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)	Temperatura °C
CIQA-01	443	612	38.16
Testigo	738	1238	41.44
CIQA-02	677.8	1360	41.4
Externa		1957	32.96

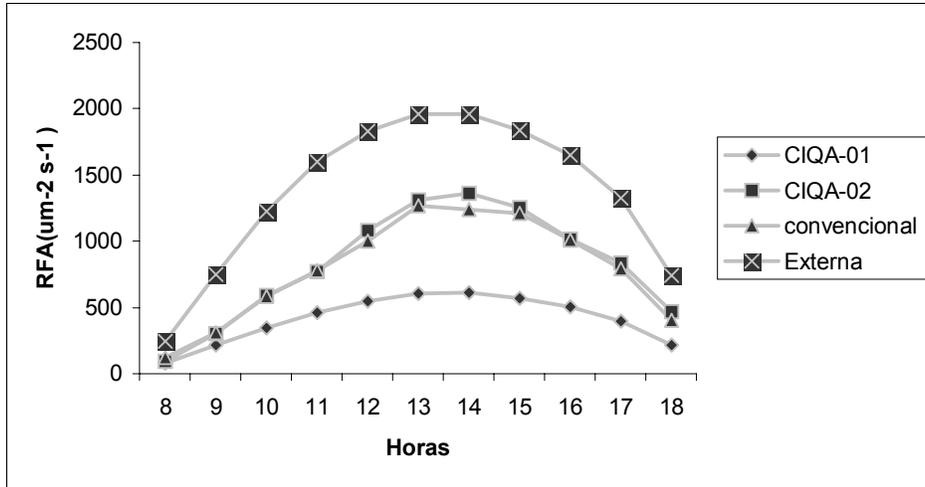


Figura 4.3 Comportamiento de la radiación fotosintéticamente activa dentro y fuera del invernadero en las tres cubiertas plásticas.

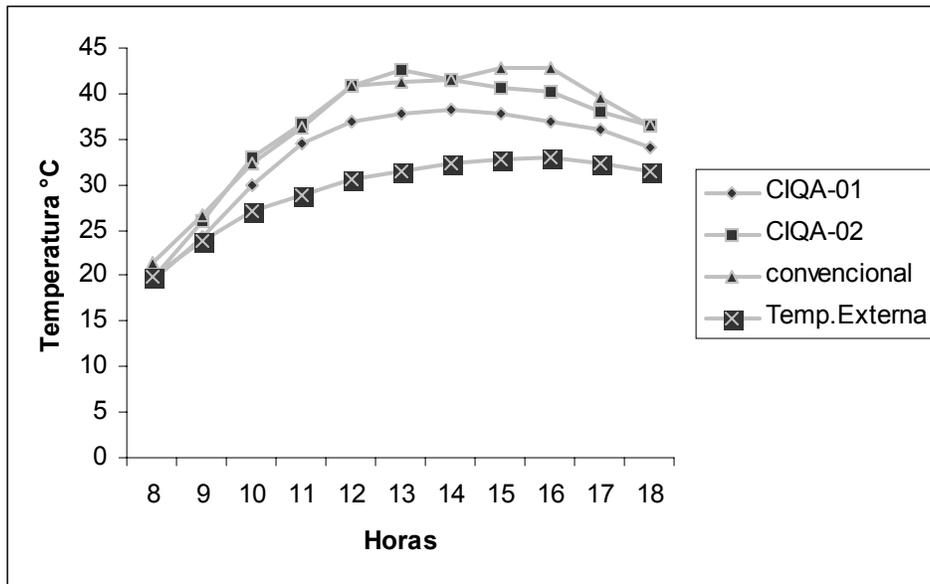


Figura 4.4 Comportamiento de la temperatura dentro y fuera del invernadero de las tres cubiertas plásticas.

CONCLUSIONES

- **El uso de películas termorreguladoras si influye en el crecimiento y desarrollo del pimiento morrón.**
- **La película perlecente (CIQA-01) es quien mejora las condiciones ambientales dentro del invernadero debido a que nos reduce la radiación fotosinteticamente activa y la temperatura en**

comparación con las cubiertas perlecente (CIQA-02) y convencional (testigo) para el desarrollo y rendimiento en pimiento.

- **Utilizando diferentes cubierta plástica, perlecente es quien mejora las condiciones ambientales con relación a CIQA-02 y testigo, por lo que existe diferencia en cuanto al crecimiento, desarrollo y rendimiento en el cultivo de pimiento.**

Figura A 1 de radiación fotosintéticamente activa externa e interna a partir de la 8:00 a las 18:00 de la fecha 25/06/2001

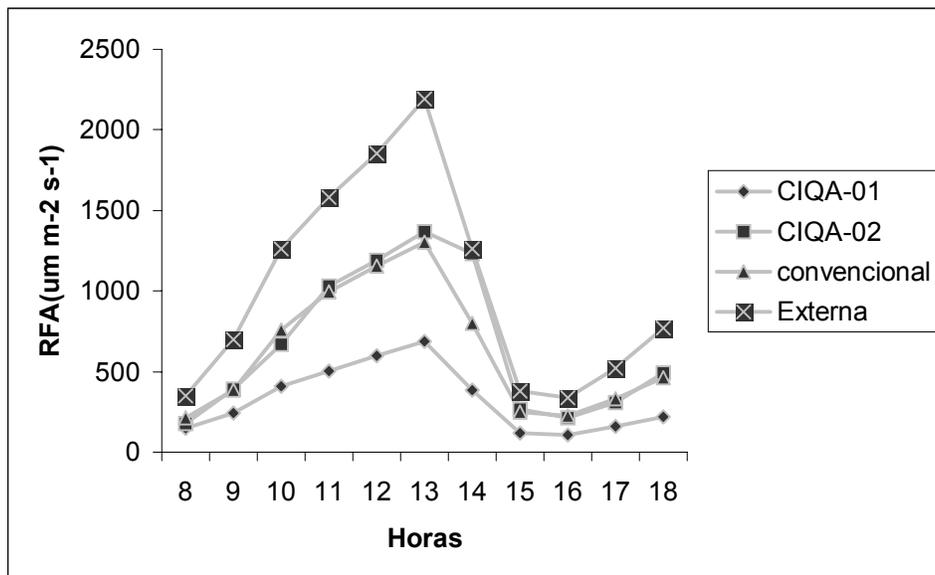


Figura A 2 de temperaturas externa e interna a partir de la 8:00 a las 18:00 de la fecha 25/06/2001

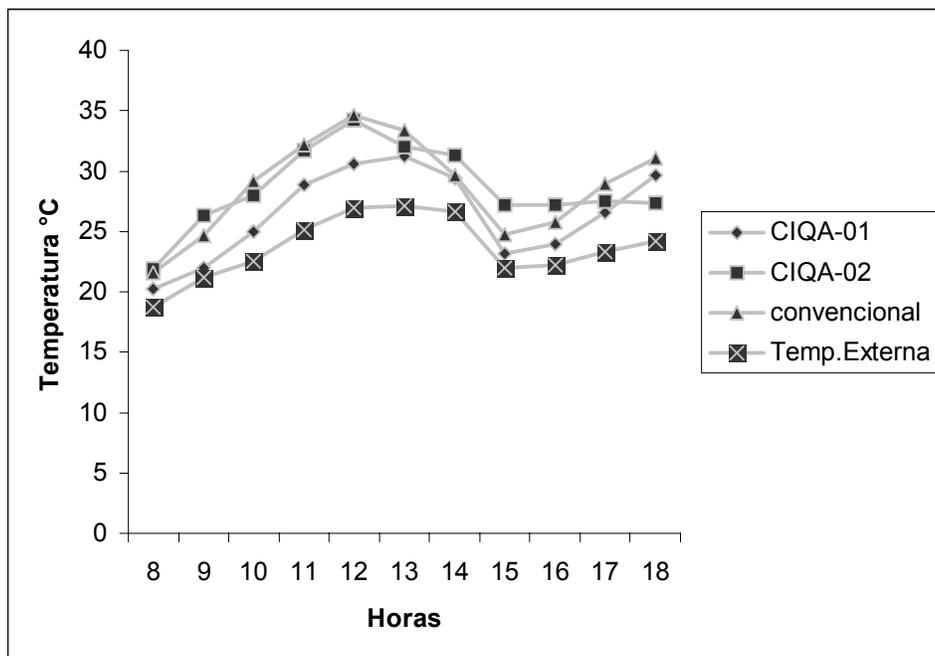


Figura A 3 de la radiación fotosintéticamente activa externa e interna a partir de la 8:00 a las 18:00 de la fecha 05/07/2001

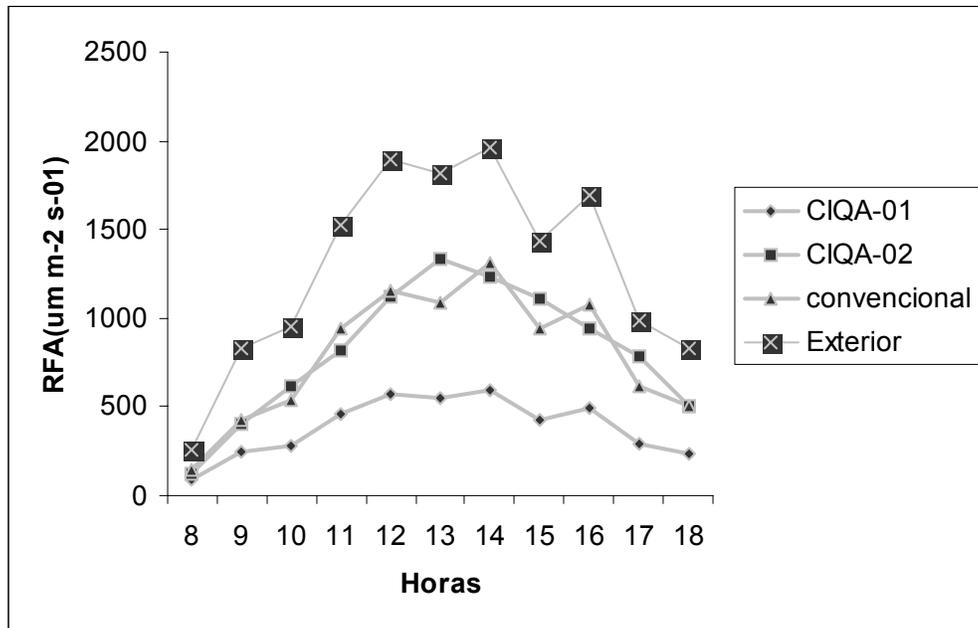


Figura A 4 de temperaturas externa e interna a partir de la 8:00 a las 18:00 de la fecha 05/07/2001

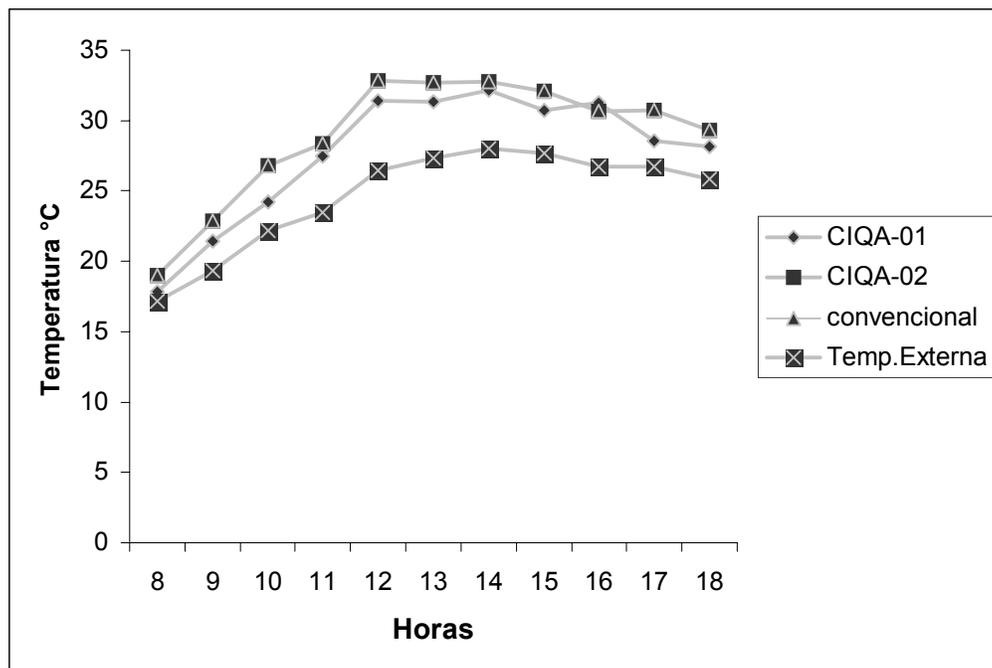


Figura A 5 de radiación fotosintéticamente activa externa e interna a partir de la 8.00 a las 18.00 de la fecha 18/07/2001

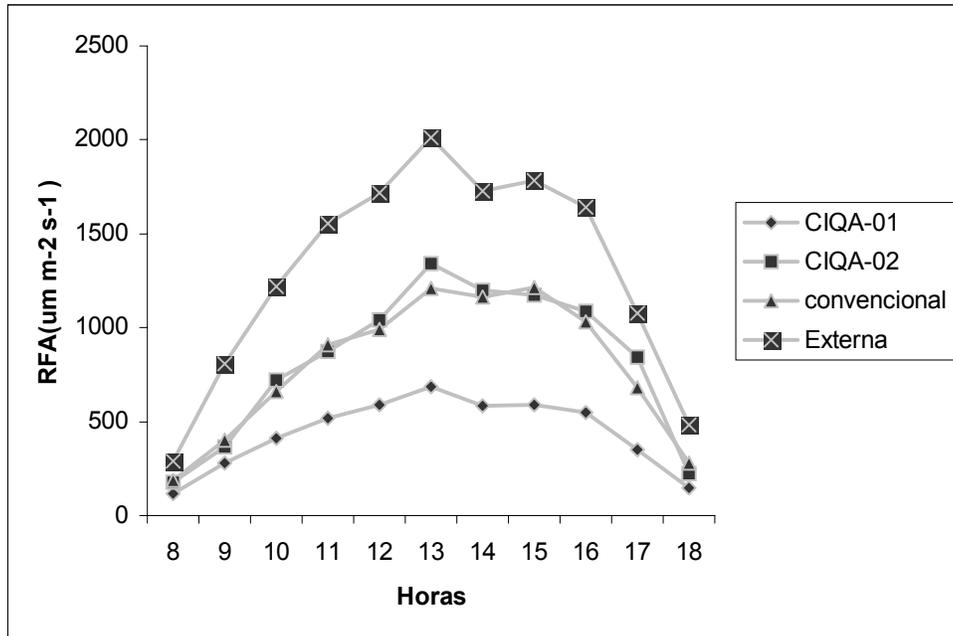


Figura A 6 de temperaturas externa e interna a partir de la 8:00 a las 18:00 de la fecha 18/07/2001

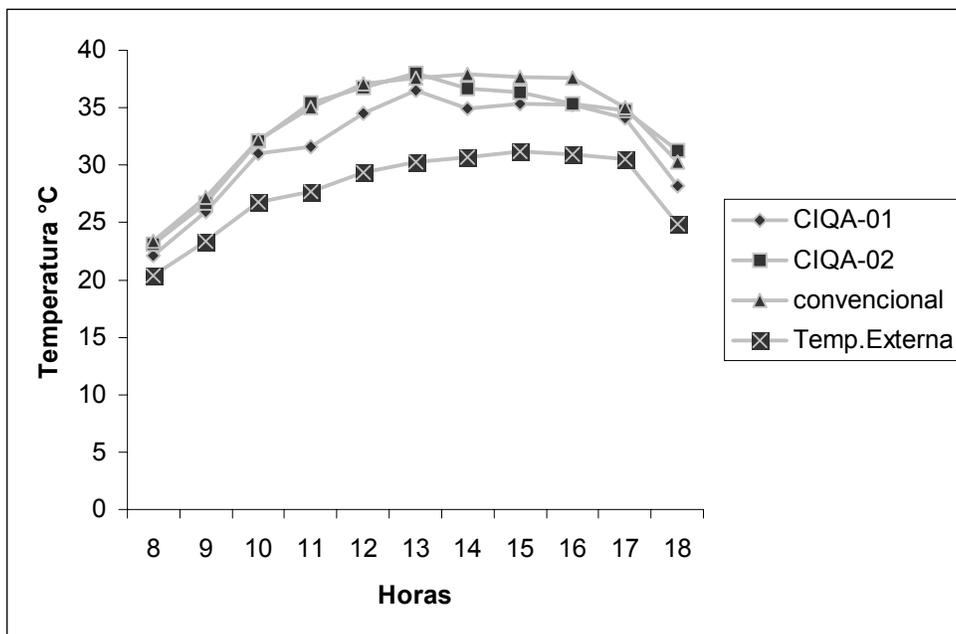


Figura A 7 de radiación fotosintéticamente activa externa e interna a partir de la 8:00 a las 18:00 de la fecha 18/08/2001

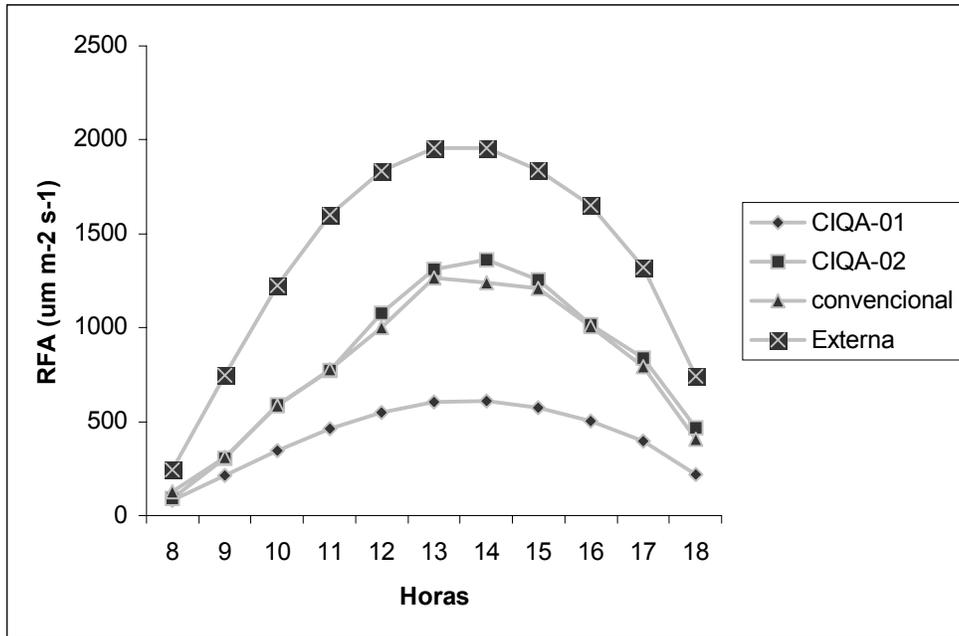


Figura A 8 de temperaturas externa e interna a partir de la 8:00 a las 18:00 de la fecha 18/08/2001

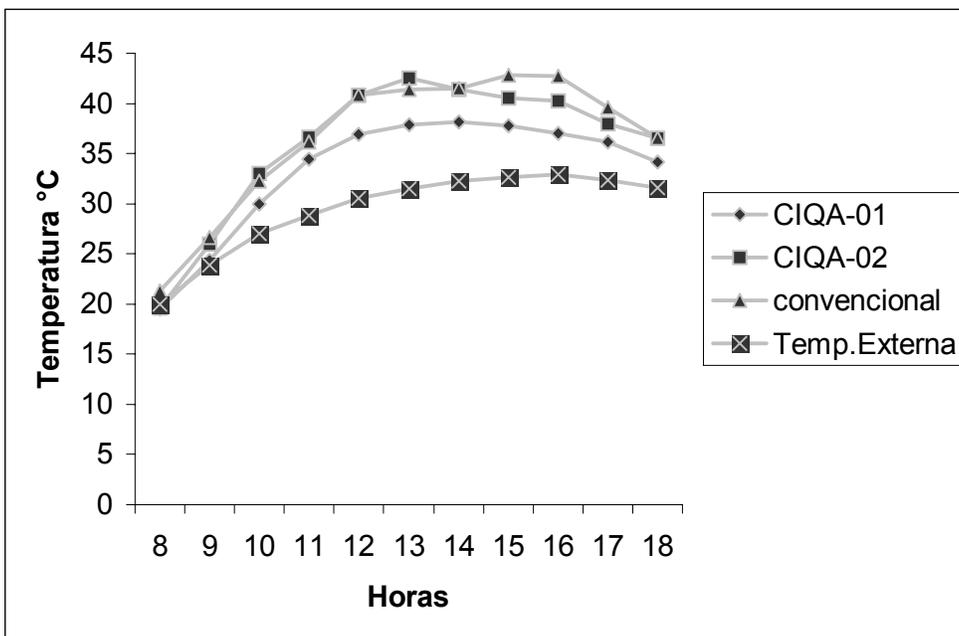


Figura A 9 de radiación fotosintéticamente activa externa e interna a partir de la 8:00 a las 18:00 de la fecha 24/08/2001

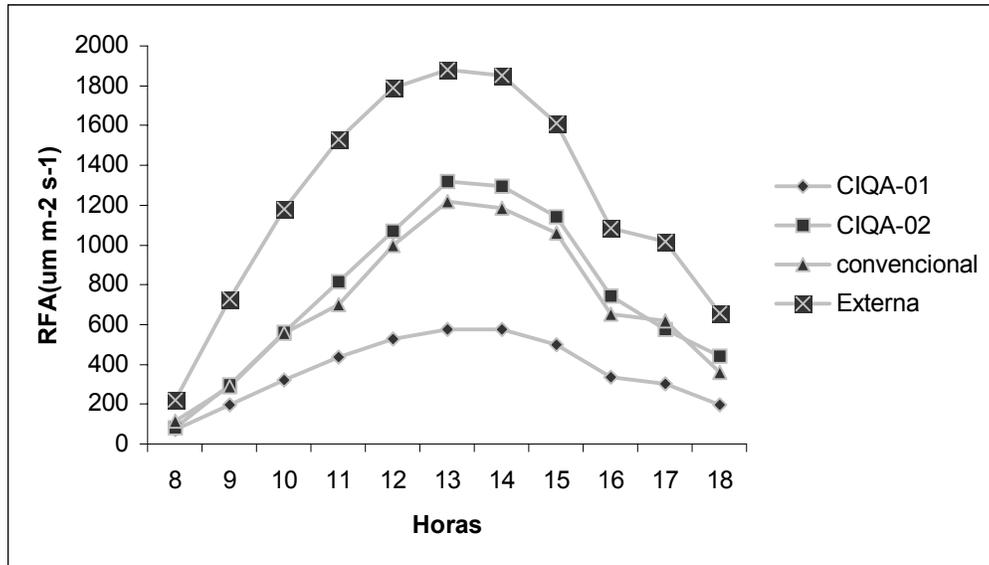


Figura A 10 de temperaturas externa e interna a partir de la 8:00 a las 18:00 de la fecha 24/08/2001

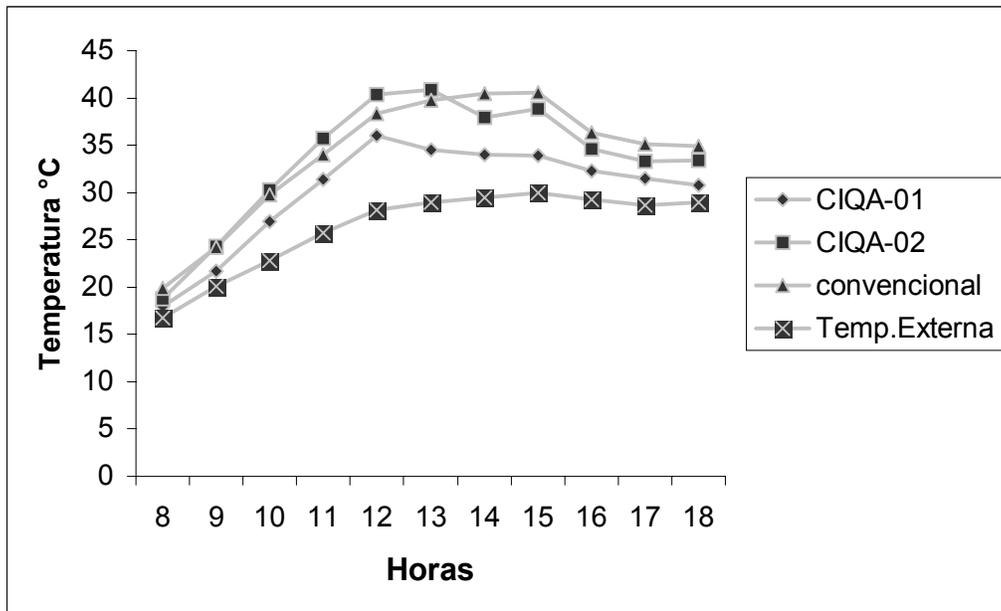


Figura A 11 de radiación fotosintéticamente activa externa e interna a partir de la 8:00 a las 18:00 de la fecha 30/08/2001

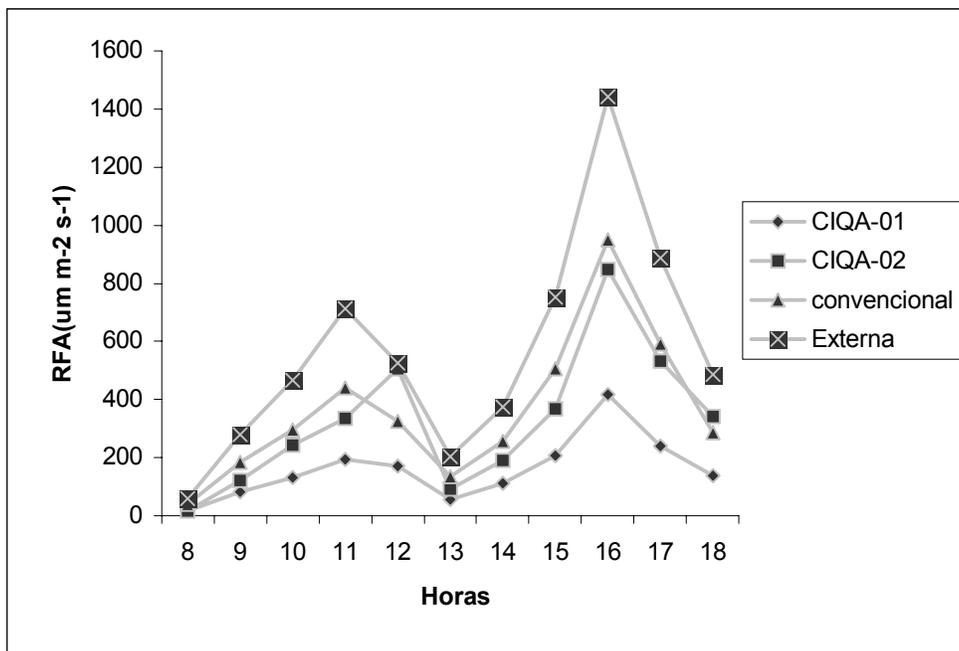


Figura A 12 de temperaturas externa e interna a partir de la 8:00 a las 18:00 de la fecha 30/08/2001

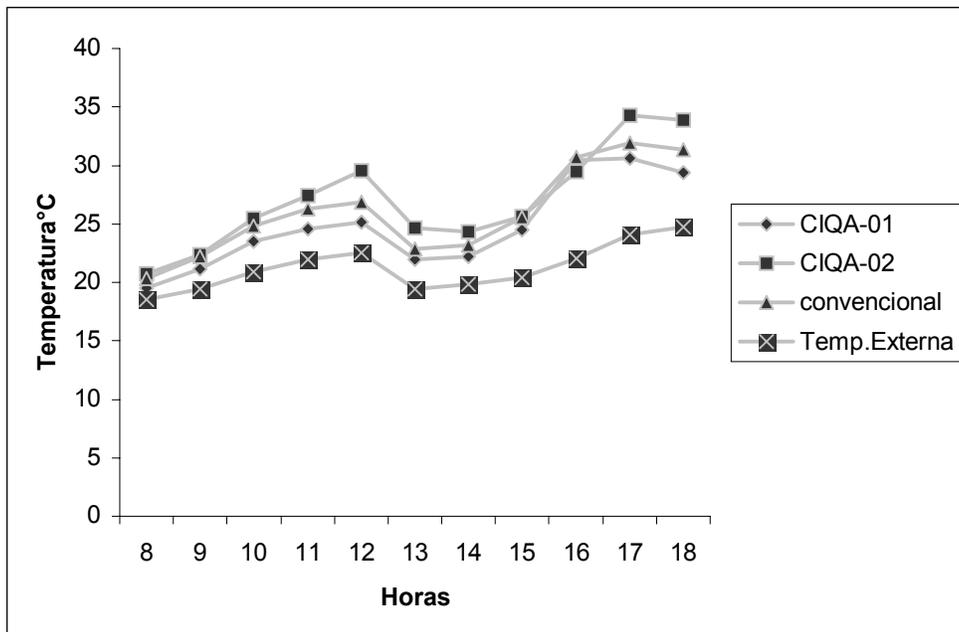


Figura A 13 de radiación fotosintéticamente activa externa e interna a partir de la 8:00 a las 18:00 de la fecha 05/09/2001

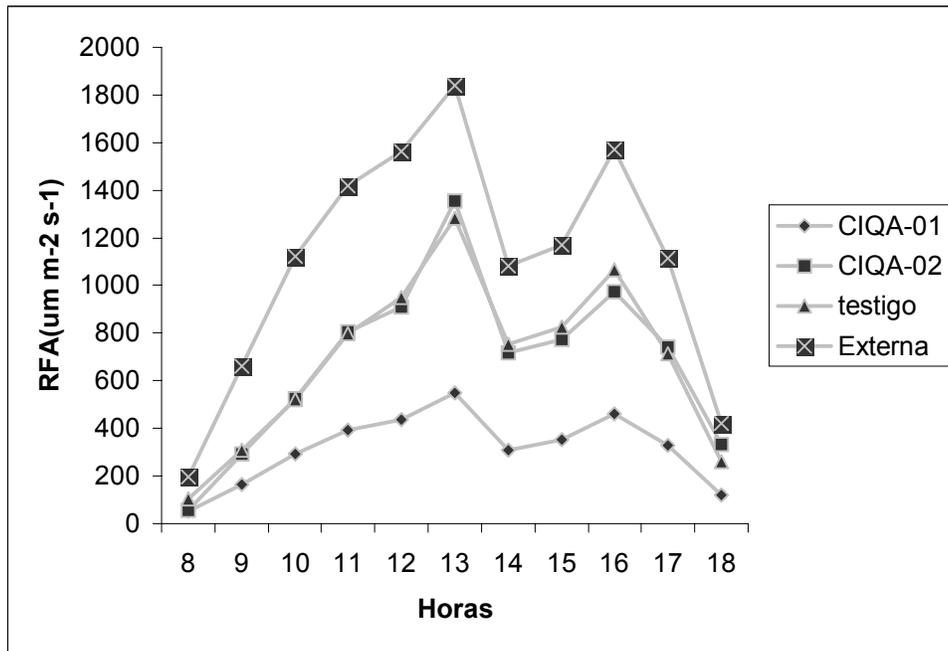


Figura A 14 de temperaturas externa e interna a partir de la 8:00 a las 18:00 de la fecha 05/09/2001

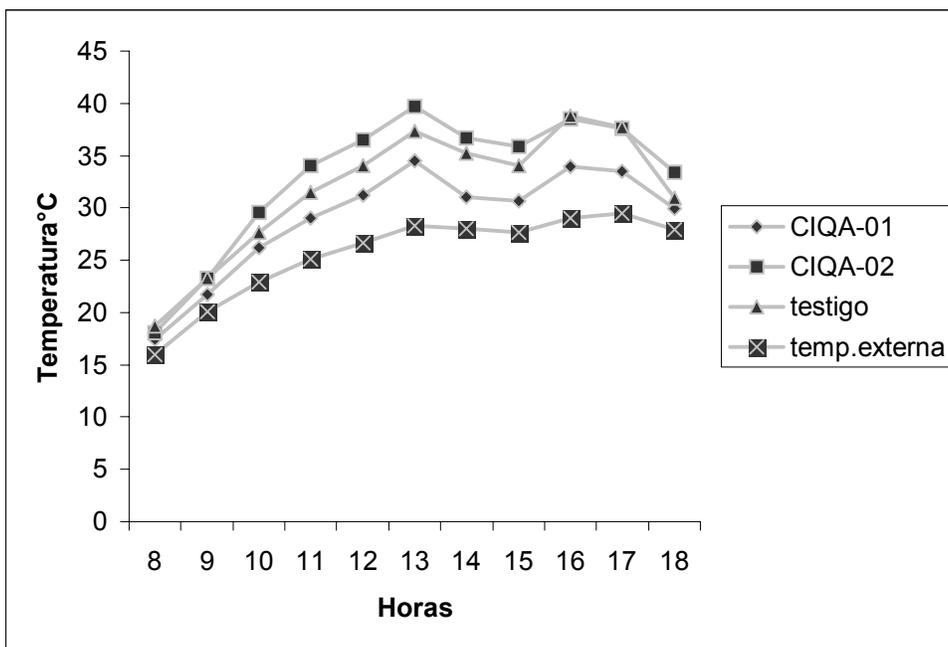


Figura A 15 de radiación fotosintéticamente activa externa e interna a partir de la 8:00 a las 18:00 de la fecha 12/09/2001

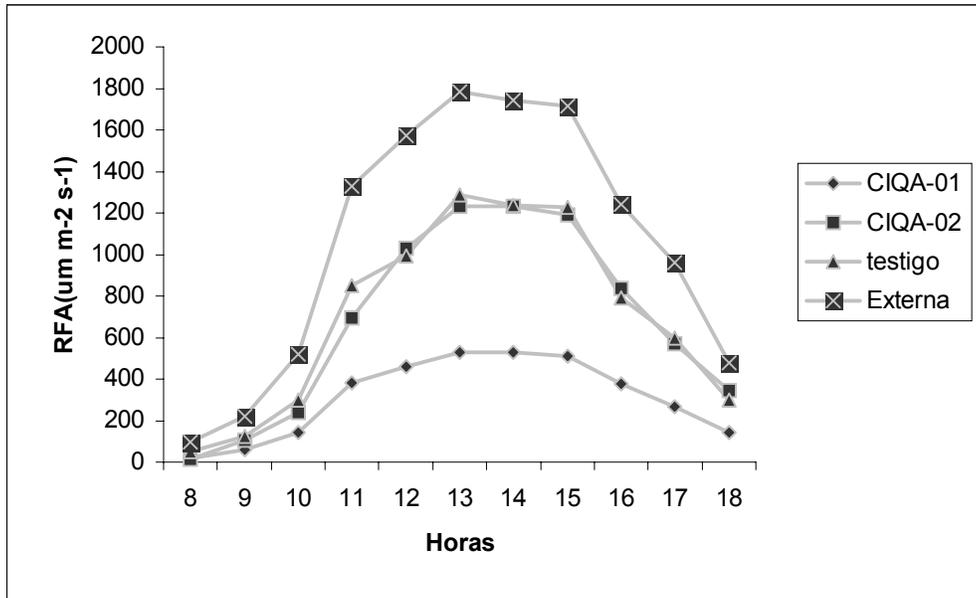


Figura A 16 de temperaturas externa e interna a partir de la 8:00 a las 18:00 de la fecha 12/09/2001

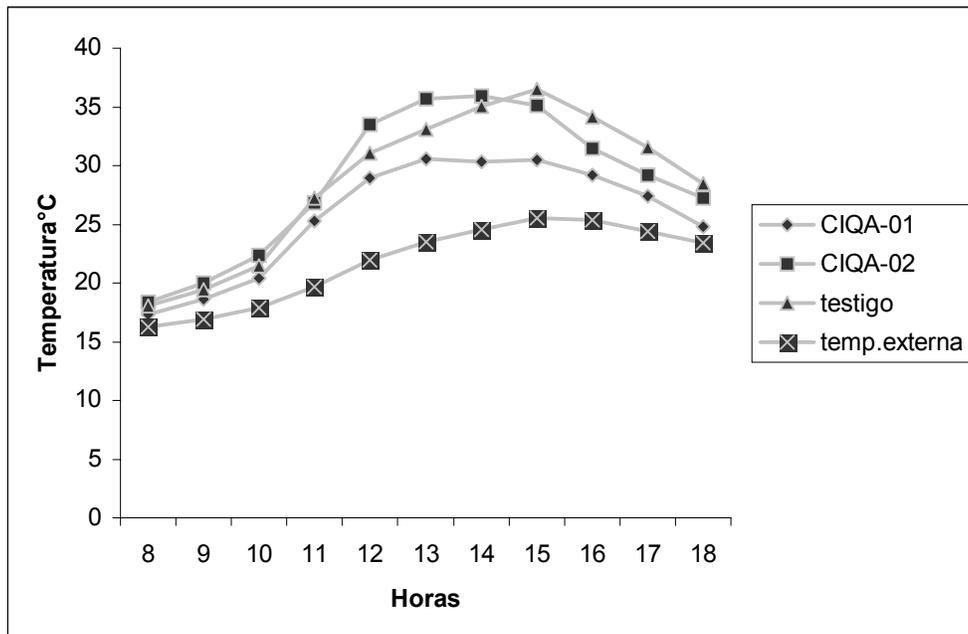


Figura A 17 de radiación fotosintéticamente activa externa e interna a partir de la 8:00 a las 18:00 de la fecha 18/09/2001

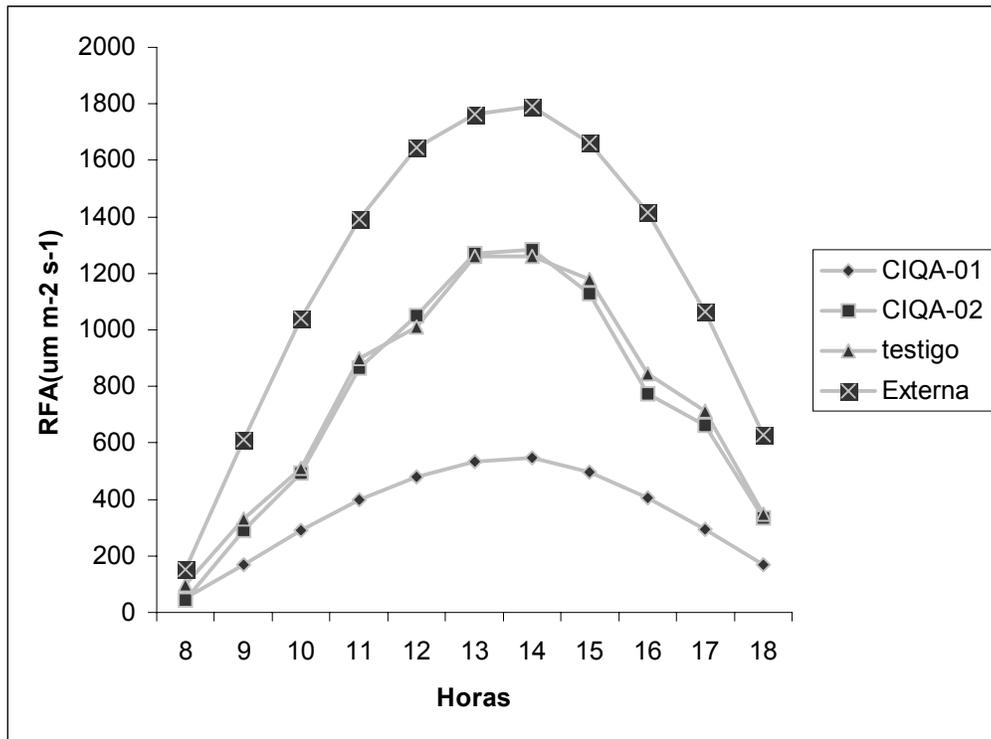
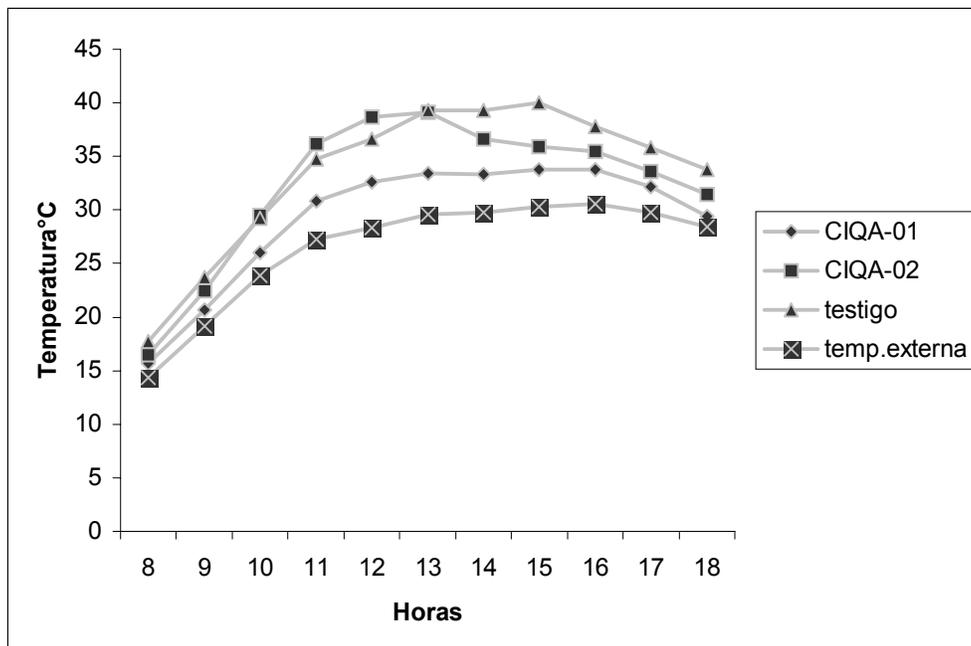


Figura A 18 de temperaturas externa e interna a partir de la 8:00 a las 18:00 de la fecha 18/09/2001



RESUMEN

El presente trabajo se llevó acabo en el campo experimental del Centro de investigación en Química Aplicada, durante el ciclo Primavera-Verano del 2001; el objetivo planteado del presente trabajo es: el efecto y la influencia de tres películas “termorreguladoras” sobre el desarrollo y producción del pimiento morrón bajo invernadero y determinar cual de las cubiertas plásticas es la que presenta mejores condiciones ambientales durante este ciclo. Se empleó semilla de pimiento morrón Var. Júpiter, el cultivo se estableció en invernadero, con cubiertas plásticas de un calibre de 720 micras de espesor , con riego por goteo localizado , con un gasto de 1 lts / hora / maceta.

Las dosis de fertilización utilizado:	Transplante	Floración
Nitrato de calcio ,Ca (NO ₃) ₂ = 36 gr	280 gr	
Nitrato de potasio, K (NO ₃) ₂ = 44 gr	490 gr	
Ac. Fosforico.....=32 ml	73 ml	
Nitrato de amonio, NH ₄ NO ₃ = 67 gr	81 gr	

El experimento se estableció bajo un diseño completamente al Azar con tres tratamientos y diez repeticiones por tratamiento, las variables evaluadas fueron: altura de planta, diámetro de tallo, número de flores, número de frutos por planta, rendimiento total

por / ha, biomasa total / ha, clorofila, fotosíntesis, número de estomas y la radiación fotosintéticamente activa. La mejor cubierta plástica es perlecente ya que reduce la radiación fotosintéticamente activa y la temperatura manteniendo las condiciones ambientales ideales para el desarrollo y rendimiento del pimiento, en comparación con plateado y convencional.

LITERATURA CITADA

**A.ALPI. F. TOGNONI ., 1999. Cultivos en Invernaderos 3 Ed. Mundi
Prensa, México.**

**Alpi, A: y Tognoni, F: 1991” cultivo en invernadero” ediciones
Mundi-Prensa, Madrid, España.**

A.ALPI. F. TOGNONI.2000c. Radiación . In: Memoria del Curso Internacional de Ingeniería, Manejo y Operación de invernaderos para la producción Intensiva de Hortalizas. Instituto Nacional de Capacitación para la Productividad Agrícola (INCAPA,S.C). 21-26 de Agosto de 2000. Guadalajara, Jal., México.pp. 38-43.

Aurelio B. T., José A . R. A. Chapingo, México,1999. INVERNADEROS EN MÉXICO, Diseño, construcción y manejo. UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHAPINGO, Serie de publicaciones AGRIBOT N° 5.

Aguirre Valdez M. del S. Gloria 1985. Efecto de dos diferentes tipos de plásticos como acolchado del suelo y tres tres diferentes cubiertas de invernadero en pepino. UAAAN. Buenavista Saltillo Coahuila.

Ballaré, L.C.,A.L. Scopel and R.A Sánchez. 1990. Far-red radiation reflected from adjacent leaves: en early signal of competition in plant canopies. Sci..247:329-332.

Ballaré, L.C.,A.L. Scopel and R.A Sánchez.1991. Photocrontrrol of stem elongation in plant neighborhoods: effects of photon fluence rate under natural conditions of radiation.

Chandler, W,H,1965, Plant nutrition and deciduous fruti crop quality. Hortscience. 10:45-47

Daponte Tony. XII congreso internacional de plásticos en la agricultura. Plásticos foto biodegradables en cultivos protegidos. Madrid España 1992.

Decoteau, D.R. and H.H. Friend. 1990. Seasonal mulch color transition. Proc.22, Natl. Agr. Plast. Congr..pp.13-18.

Espi, E., A. Salmerón , C. Tamayo, M. Ortiz L. Y F. Laborda. 1997. Filmes Fotoselectivos. Anti plagas para cubierta de invernadero. Repsol, S.A.. Dirección General de tecnología. Embajadores 193. Madrid, España.

Frank B. Salisbury y Cleon W. Ross 1994. Fisiología Vegetal , Editorial Iberoamericana.

Guzmán, P.M. y A. Sánchez. 2000. Sistemas de producción y tecnología de producción. In: Memoria del curso internacional de ingeniería, Manejo y operación de invernaderos para la producción intensiva de Hortalizas. Instituto Nacional de de capacitación para la productividad agrícola (INCAPA, S.C). 21-26 de Agosto. Guadalajara, Jal.,México. Pp. 64-94.

Hall. N. P and A. J. Keys 1983. Temperature dependence of the enzymic carboxylation and oxigenation of ribulose –1,5-Bisphospate in relation to effets of temperature on photosynthesis. Plant physiology 72:945-948.

Halfacre,R.G.,and J.A Barden, 1992. Horticultural primera reimpresión, editorial , AGT . Editorial , S.A, 274 pp.

Hernández . M. O ,1999. Evaluación del efecto de microtuneles con películas prototipo para invernadero, sobre el cultivo de calabacita. UAAAN. Buenavista Saltillo. México. Tesis de licenciatura.

Hernández . D. J. 1992. Curso de fisiología de hortalizas. UAAAN. Departamento de Horticultura, Buenavista Saltillo, Coahuila, México.

Jenni, and A. Stewart.1986. Optimun row covering duration in early minicarrot. Hortscience ,23 (3): 802.

Lee, D.W.,S.F. Oberbauer, p. Johnson, B. Krishnapilay, M, Mansor, H. Mohamad and S.K. Yap. 2000. Effects of irradiance and spectral quality on leaf structure and Function in seedlings of two Southeast Asian Hopea (Dipterocarpaceae) Species. Amer. J, of Bot..87(4):447-455.

Ledesma. V. M. A. 1994. Efectos de cubiertas plásticas de colores en la producción de plántula de brócoli. UAAAN. Buenavista Saltillo. Tesis de licenciatura.

Manuel, C,C.1993. Horticultura manejo simplificado, Universidad Autónoma de Chapingo. México.

Ofra, K. 1997. Control de enfermedades y plagas con uso de acolchado plástico. Productores de hortalizas Agosto .

Papaseit, Pere; Badiola, Jordi y Armengol Enric. 1997. Los plásticos y la agricultura Ediciones de horticultura. España.

Robledo, PF.Y V.L. Martín.1981. Aplicación de los plásticos en la agricultura. Ed. Mundi-Prensa, Madrid España.

Rodríguez P., A. E Ibarra J., L. 1991. Semiforzados de cultivos mediante el uso de plásticos . Limusa. México.

Rodríguez, L,M.E. 1994, Cubiertas flotantes en Hortalizas, Tesis, Licenciatura. UAAAN. Buenavista Saltillo Coah.Méx.

R.G.S Bidwell. Professor de biología , Queen's, University, Kingston, Ontario, Canada, Fisiología vegetal (Editorial calypso, S.A.)1987

Samaniego . E. 2001. Efecto de tres prototipos de cubiertas termorreguladoras en la producción de plántula en tomate y pimiento. UAAAN. Buenavista Saltillo , Coahuila, México. Tesis de maestría.

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

Serrano., Z: tipos de invernaderos en españa y materiales utilizados en su construcción, vergel n;2.Enero, 1981.

Serrano , C. Z. 1990,Técnicas de invernadero. Ed, P.A.O. suministros graficos , S.A. Sevilla, España.

Torres, R.E, 1995. Agro climatología primera Edición. Editorial, Trillas, México,D.F.

Valadez L. A.1990, Producción de hortalizas, Ed. Limusa S. A. De C.V.México.

Weiss. D., 1995. Cubiertas de plásticos para invernadero como filtro lumínico para controlar el desarrollo vegetativo. In: Memoria del simposium Internacional de Tecnología Agrícolas con Plásticos. 5-7 de Octubre, 1995. León, Gto..México .pp.102-104

