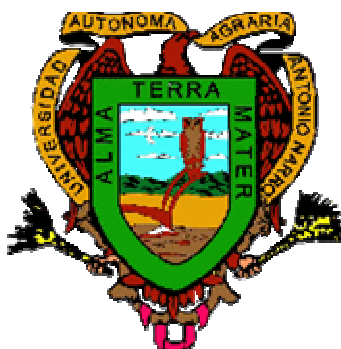


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



**Influencia de Películas Foselectivas en la Acumulación de
Biomasa y Calidad de Trasplantes de Chile Ancho
(*Capsicum annuum* L.)**

POR:

Martín Molina Ballinas

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México
Diciembre de 2006**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

**Influencia de Películas Fotoselectivas en la Acumulación de Biomasa y
Calidad de Trasplantes de Chile Ancho
(*Capsicum annuum* L.)**

Por

Martín Molina Ballinas

Tesis

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

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

COMITÉ PARTICULAR:

PRESIDENTE DEL JURADO

SINODAL

Dr. José Hernández Dávila

Dr. Valentín Robledo Torres

SINODAL

SINODAL

Dr. Homero Ramírez R.

Ing. Elyn Bacópulos Téllez

Coordinador de División de Agronomía

M.C. Arnoldo Oyervides García

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Diciembre de 2006

AGRADECIMIENTOS

A Dios:

Por haberme dado la oportunidad de vivir y haberme prestado vida para poder luchar por lo que siempre he querido ser en la vida, por permitirme ser su hijo consentido llenándome siempre de bendiciones.

A mi Alma Mater:

Por haberme permitido mi paso por sus aulas para adquirir una formación que me permitiera un desarrollo personal así como profesional dedicado a la más noble de las ciencias...la agricultura.

Al Dr. José Hernández Dávila: Por la conducción y revisión de este trabajo así como por su valiosa amistad y consejos invaluable que son muy importantes para mi vida profesional.

Al Dr. Valentín Robledo Torres: Por su valiosa participación en la elaboración de este trabajo.

Al Dr. Homero Ramírez R.: Por sus conocimientos aportados en la realización de este trabajo.

Al Ing. Elyn Bacóculos Téllez: Por su valiosa participación en la revisión del presente trabajo.

DEDICATORIAS

A mis padres:

Garibaldi Molina Molina

Irma Ballinas Pereyra.

Con el amor y la admiración que ellos se merecen, por la comprensión que siempre tuvieron, quienes lucharon incansablemente para que yo fuera alguien en la vida, quienes pusieron el ejemplo a la superación con hechos, quienes sufrieron pero vencieron y me mostraron el camino a seguir, quienes han hecho todo por mí sin pedir nada a cambio. Solo les puedo decir que esta es una respuesta a su esfuerzo y dedicación.

Por todo lo anterior y mucho más dedico con todo mí ser este trabajo.

A mis hermanos:

Marisol, Iber, Tony así como a mí cuñado Jaime: a todos por su apoyo incondicional y por ser parte fundamental de nuestra familia así como de mí formación como persona.

Sobrinos:

A Carmen, Karlita, Amel de Jesús y José Iber: por alegrar nuestras vidas con su presencia así como por tantas muestras de cariño y amor.

Primos:

Blanqui, Aimer, Eddy, Bety, Fidalma, Isaac, Carlos, Lorena y Juan a todos en especial a: Adriana y José Martín por ser primos, amigos y hermanos gracias por tanto cariño demostrado y por tantos momentos compartidos así como por esas pláticas interminables.

A mis tíos:

A todos por su apoyo y cariño sincero que siempre me han demostrado, pero en especial a la familia de mí tío Amel y Neya por ser mi segunda familia compartiendo tantos momentos tan bonitos.

A mis amigos:

Ismael Díaz, Jesús Enrique, Limber, Yadira, Ronay, Oliver, Leonel Pérez, Ismael Glz., Antonio Niño, Víctor, Leonel Narcia, en especial a Raquel, Armando, Pompeyo, y Memo con quienes pasé momentos inolvidables.

Agradezco en particular a mis compañeros de la especialidad de Ing. Agrónomos en Horticultura.

A la familia de Raquel que sin conocerme me brindaron su sincero cariño siempre.

A mis maestros y amigos:

Ing. Gerardo Sánchez Mtz. y al Lic. Valente Gervasio por todo su apoyo y sincera amistad demostrada durante toda mi estancia en la universidad.

A esa persona leal y sincera que me ha brindado su cariño, confianza y amor que aún sin conocerme me dio la oportunidad de amarla y ser feliz con su llegada a mi vida.

A todas aquellas personas que de una u otra manera han contribuido en mi formación personal y profesional que involuntariamente han quedado omitidas pero nunca olvidadas.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
ÍNDICE DE CUADROS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
INTRODUCCIÓN	1
REVISIÓN DE LITERATURA	3
Origen e Historia.....	3
Descripción Botánica.....	3
Importancia Económica	4
Importancia de los Plásticos en la Agricultura.....	4
Cubiertas Plásticas para Protección de Cultivos.....	5
Características de los Plásticos utilizados en la Protección de Cultivos.....	6
Macrotúnel.....	6
Efecto del Macrotúnel Sobre la Temperatura.....	7
Efecto del Macrotúnel Sobre la Humedad.....	8
Viento.....	9
Intensidad de la Radiación y Temperatura del Aire.....	9
Ventajas del Macrotúnel.....	10
Películas Foselectivas.....	10
Propiedades Ópticas.....	11
Fitocromo.....	12
Distribución Espectral Solar Bajo el Filme Agrícola.....	12
Conversión de Luz UV – Visible.....	13
Modificación de la Relación Rojo/Rojo Lejano.....	14

Respuesta de las Plantas a las Películas Fotoselectivas..	14
Calidad de la Luz.....	14
La Luz como Factor Morfogenético.....	15
Influencia Espectral en la Fisiología de la Planta.....	17
Producción de Plántula.....	18
Calidad de Plántula.....	18
Trasplantes.....	18
Factores que Afectan el Crecimiento.....	20
Irrigación.....	20
Raíces Poco Profundas.....	21
Descripción General de los Sustratos Utilizados.....	21
Peat Moss.....	21
Propiedades Químicas.....	21
Análisis de Laboratorio del Peat Moss.....	22
Otros Datos del Peat Moss.....	22
Perlita.....	22
Resultados de Trabajos Realizados con Cubiertas	
Fotoselectivas.....	22
MATERIALES Y MÉTODOS.....	26
Localización Geográfica del Área Experimental.....	26
Características del Área Experimental.....	26
Descripción del Material Experimental.....	27
Material Genético.....	27
Material para la Siembra.....	27
Material para la Construcción del Macrotúnel.....	27
Material para la Evaluación.....	28
Diseño Experimental.....	28
Establecimiento del Experimento.....	29
Siembra del Almacigo.....	29
Fertilización.....	29
Preparación del Área Experimental.....	30

Establecimiento del Macrotúnel.....	30
Variables Evaluadas.....	30
Biomasa Fresca Total.....	31
Biomasa Seca Total.....	31
Biomasa Fresca del Vástago.....	31
Biomasa Seca del Vástago.....	31
Biomasa Fresca de la Raíz.....	32
Biomasa Seca de la Raíz.....	32
Altura de Planta.....	32
Diámetro del Tallo	32
Área Foliar	32
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
Biomasa Fresca Total.....	33
Biomasa Seca Total.....	35
Biomasa Fresca del Vástago.....	37
Biomasa Seca del Vástago.....	39
Biomasa Fresca de la Raíz.....	41
Biomasa Seca de la Raíz.....	43
Altura de Planta.....	45
Diámetro de Tallo.....	46
Área Foliar	47
CONCLUSIONES.....	50
LITERATURA CITADA.....	51

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Índice de transmisividad y reflectividad de la radiación solar total incidente y radiación fotosintéticamente activa de las cubiertas plásticas fotoselectivas. UAAAN, 2005.....	24
Cuadro 2. Fuentes de variación, grados de libertad, cuadrados medios y significancia en la producción de biomasa fresca total de plantas de chile ancho, en siete fechas de evaluación. UAAAN, 2006.....	34
Cuadro 3. Comparación de medias en la producción de biomasa fresca total de plantas de chile ancho, en siete fechas de evaluación. UAAAN, 2006.....	34
Cuadro 4. Fuentes de variación, grados de libertad, cuadrados medios y significancia en la producción de biomasa seca total de plantas de chile ancho, en siete fechas de evaluación. UAAAN, 2006.....	36
Cuadro 5. Comparación de medias en la producción de biomasa seca total de plantas de chile ancho, en siete fechas de evaluación. UAAAN, 2006.....	36
Cuadro 6. Fuentes de variación, grados de libertad, cuadrados medios y significancia en la acumulación de biomasa fresca en el vástago de plantas de chile ancho, en siete fechas de evaluación. UAAAN, 2006..	38
Cuadro 7. Fuentes de variación, grados de libertad, cuadrados medios y significancia en la acumulación de biomasa fresca en el vástago de plantas de chile ancho, en siete fechas de evaluación. UAAAN, 2006.	38
Cuadro 8. Fuentes de variación, grados de libertad, cuadrados medios y significancia en la acumulación de biomasa fresca de la raíz de plantas de chile ancho, en siete fechas de evaluación. UAAAN, 2006.....	40

Cuadro 9.	Comparación de medias en la acumulación de biomasa fresca en la raíz de plantas de chile ancho, en siete fechas de evaluación. UAAAN, 2006.....	40
Cuadro 10.	Fuentes de variación, grados de libertad, cuadrados medios y significancia en la acumulación de biomasa seca del vástago de plantas de chile ancho, en siete fechas de evaluación. UAAAN, 2006.....	42
Cuadro 11.	Comparación de medias en la acumulación de biomasa seca del vástago de plantas de chile ancho, en siete fechas de evaluación. UAAAN, 2006.....	42
Cuadro 12.	Fuentes de variación, grados de libertad, cuadrados medios y significancia en la acumulación de biomasa seca de la raíz de plantas de chile ancho, en siete fechas de evaluación. UAAAN, 2006.....	44
Cuadro 13.	Comparación de medias en la acumulación de biomasa seca en la raíz de plantas de chile ancho, en siete fechas de evaluación. UAAAN, 2006.....	44
Cuadro 14.	Fuentes de variación, grados de libertad, cuadrados medios y significancia en el área foliar de plantas de chile ancho, en siete fechas de evaluación. UAAAN, 2006.....	49
Cuadro 15.	Comparación de medias en la acumulación de área foliar de plantas de chile ancho, en siete fechas de evaluación. UAAAN, 2006.....	49

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.	
Figura 1.	Altura de planta al momento del trasplante, en plántulas de chile ancho por efecto de las cubiertas plásticas fotoselectivas.....	46
Figura 2.	Diámetro de tallo de plántulas de chile ancho por efecto de cubiertas plásticas fotoselectivas.....	47

INTRODUCCIÓN

El chile (*Capsicum annuum* L.) es una de las hortalizas más importantes de México y de mayor consumo popular, especialmente en estado fresco, aunque se puede consumir también en estado seco o bien, procesado. La importancia radica en la superficie sembrada, además de que es una hortaliza que genera divisas para México ya que se exporta para Estados Unidos y Canadá (Valadez, 1993).

En 2005, México ocupó el segundo lugar en producción mundial de chiles y pimientos, con 1,853,610 toneladas (FAO, 2006) de dicho volumen, el 25% se destinó a exportación y el 75% restante a consumo nacional. A nivel nacional los estados con mayor superficie sembrada en el periodo primavera-verano 2006 fueron Chihuahua, Durango y Guanajuato con 29,478, 5,326 y 3,592 has, respectivamente (SIAP Sagarpa, 2006).

En la actualidad son muchos los problemas que enfrenta el agro mexicano para la producción de plántula ya que esta actividad incrementa los gastos por concepto de semillas, por lo que es necesario contar con técnicas para mejorar la calidad de plántula. Algunas técnicas culturales que se han empleado es el uso de invernaderos y macrotúneles utilizando cubiertas convencionales obteniendo buenos resultados. Sin embargo, se han introducido al mercado nuevas películas que tienen la capacidad de permitir la transmisión de un determinado color de luz, dichas propiedades pueden ser utilizadas para obtener plántulas de mejor calidad.

En la actualidad, son varios los materiales fotoselectivos fabricados que modifican el espectro de luz que cruza por las cubiertas plásticas y aumentan la actividad fotosintética al cambiar la relación de energía de radiación con la

longitud de onda dentro del invernadero. Estos plásticos tienen la capacidad para reducir la energía radiante por absorción o reflexión de cierto espectro de la luz.

Para la siembra del chile se han venido utilizando tradicionalmente dos técnicas diferentes: a) siembra directa y b) transplante. La siembra a través del método de transplante incluye la producción de plantas en almácigos y en charolas. Este último sistema se hace con el objeto de lograr adelantos en las cosechas en comparación al método de siembra directa y consecuentemente obtener mejor precio en el mercado por el producto.

El trasplante es mucho más fácil y económico ya que las plantas se cuidan mejor en un área compacta que esparcidas en el campo. El buen manejo de los transplantes, significa la primera oportunidad para acelerar el rendimiento y la calidad, una de las características más importantes de los transplantes es que nos permiten verificar el potencial productivo y la calidad fitosanitaria. Esto se logra por medio de la producción en macrotúneles e invernaderos y la utilización de las diferentes cubiertas fotoselectivas. Por tal motivo los objetivos de la presente investigación fueron:

OBJETIVOS

- 1.- Determinar la influencia del color de la cubierta fotoselectiva en plántulas de chile.
- 2.- Determinar el color de la cubierta fotoselectiva que incremente la calidad de la plántula de chile.

HIPÓTESIS

La acumulación de la biomasa en plántulas de chile se altera con el uso de cubiertas fotoselectivas. Al menos una de las cubiertas fotoselectivas incrementará la calidad de la plántula de chile.

REVISIÓN DE LITERATURA

Origen e historia

Gran parte de México se encuentra situado en la región denominada Mesoamérica, zona que además de estar considerada como centro de origen o variabilidad del chile cuenta con 50 especies cultivadas, es también una zona de domesticación y origen de la agricultura. El chile del género *Capsicum*, de la familia Solanácea, es uno de los cultivos originarios de Mesoamérica y está constituido por aproximadamente 20 ó 30 especies que se distribuyen en las áreas tropical y subtropical de Mesoamérica y otros países del mundo. Los taxónomos modernos reconocen cinco especies cultivadas; *Capsicum annum* L., *Capsicum frutescens* L., *Capsicum chinense* Jackuin, *Capsicum pendulum* Willdenow y *Capsicum pubescens* Ruiz y Paven, mismas que se encuentran distribuidas en tres centros de origen (Greenleaf, 1986; Pickergills *et al.*, 1989), siendo México el principal centro de diversidad genética de *C. annum*.

Descripción Botánica

El chile cuenta con un sistema radicular pivotante y profundo de 20-70 cm provisto y reforzado de un gran número de raíces adventicias.

El tallo es de un crecimiento limitado y erecto, con una parte que en termino medio puede variar entre 0.5 y 1.5 m; cuando la planta adquiere una cierta edad los tallos se lignifican ligeramente, son cilindros o prismáticos, angulares y crecen desde 20 – 120 cm.

Las hojas son lampiñadas, enteras, ovaladas o lanceoladas, con ápice muy pronunciado (acuminado) y un pedicelo largo o poco aparente.

Las flores poseen una corola blanquecina, aparecen solitarias en cada nudo y son de inserción aparente axilar, su fecundación es autógama, no supera el porcentaje de alogamia del 19% (Maroto, 1983).

El fruto es una baya semicartilaginosa y deprimida de color rojo o amarillo, cuando está maduro se puede insertar pendular o enhiacente de forma y tamaño muy variable. En este último sentido puede decirse que existen variedades que dan frutos de 1-2 g frente a otros que pueden formar largas bayas de más de 300 g.

Importancia Económica

La importancia económica de esta hortaliza radica en las divisas que genera, ya que México es el principal proveedor de este producto para Estados Unidos y Canadá en los ciclos de invierno-primavera (durante los meses de Noviembre a Mayo) que es cuando en esos países no hay producción de chile. Además con el ingreso de los países al Tratado de Libre Comercio, México está generando un flujo de más de 50 millones de toneladas de hortalizas con un crecimiento anual al 5%.

Los principales estados productores de chile son: Sinaloa, Sonora, Veracruz, Chiapas y Nayarit.

Importancia de los Plásticos en la Agricultura

La importancia radica tanto en el aspecto climático como en lo económico, pues en ellos el beneficio es mayor, dando lugar a que el uso de los plásticos en la obtención de productos tempranos aumente la superficie

anualmente en más del 20% y sea de gran interés para las zonas áridas y semiáridas.

Robledo y Martín (1981), mencionan que la utilización de los plásticos en la agricultura aumenta, ya que estos son muy versátiles en sus usos: permite resistencia a heladas y granizo, proporcionando beneficios como el ahorro de agua, energía, mayor duración del material plástico, plásticos adecuados para cada aplicación, desarrollo de nuevas técnicas de cultivo y aprovechamiento de la energía solar.

Garnaud (1992), citado por Papaseit *et al.* (1998), menciona que la plasticultura ha contribuido a mejorar la eficiencia del empleo de los factores de producción, mostrando su gran potencial en el aumento de los rendimientos de los cultivos, especialmente hortícolas y en general, ha contribuido a mejorar la productividad en el sector agrario.

Cubiertas Plásticas para Protección de Cultivos

Quezada (1997), considera que la misión de la cubierta de los invernaderos es crear un clima en el interior que permita el crecimiento y desarrollo de las plantas, incluso en aquellas épocas en cuyas condiciones no permiten que los cultivos puedan desarrollarse al aire libre; por lo tanto, de esta cubierta dependerán principalmente los resultados logrados en los cultivos.

El material ideal para la cobertura de invernaderos sería aquel que permitiera durante el día calentar lo más posible el invernadero, por lo tanto debe ser más permeable a las radiaciones de longitud de onda inferiores a 2.5 micras y por la noche más opaco a las radiaciones de longitud de onda larga superiores a 2.5 micras ya que son las encargadas de mantener caliente el recinto.

Características de los Plásticos Utilizados en la Protección de Cultivos

Matallana y Montero (1989), señalan que en el mercado existen diferentes tipos de materiales que pueden ser utilizados como cubierta, sin embargo, la acción de un material de cobertura depende de una serie de criterios o indicadores, que relacionados entre sí, ayudarán al agricultor en su decisión sobre la conveniencia o no en el uso de un determinado material de cubierta.

Macrotúnel

La importancia del material de cobertura en el cultivo bajo condiciones de macrotúnel estriba en que constituye el agente modificador del clima natural de la zona donde se va a construir el macrotúnel.

La protección de los cultivos con macrotúnel produce efectos ventajosos, por la cobertura que se les dá durante las horas más frías del día. La eficiencia de esta aplicación radica en el pequeño efecto de invernadero que produce el macrotúnel (Robledo y Martín, 1981).

El uso de plásticos para la protección de los cultivos proporciona efectos positivos sobre algunos factores del suelo y el ambiente. Esto permite que el desarrollo de las plantas sea mayor y más acelerado que en un suelo descubierto, por lo que al aplicar esta técnica generalmente se obtiene lo siguiente:

- a) En las regiones en que las condiciones climáticas predominantes fijan los límites de explotación de algunas especies, al utilizar invernaderos y macrotúneles para forzar totalmente la producción de los cultivos es

posible obtener cosechas fuera de la época normal de producción (tradicionales). Lo anterior reviste gran importancia, ya que se obtienen mayores ganancias en el mercado.

- b) Cuando se utilizan los invernaderos y macrotúneles para proteger por poco tiempo los cultivos (1-2 meses), se obtiene un adelanto al inicio de cosecha respecto al periodo de plantación normal. Lo anterior trae beneficios por que: 1) es posible alargar el periodo de recolección, aumentando así el rendimiento, 2) si no se opta por el beneficio anterior, entonces se acorta el ciclo vegetativo del cultivo, con el consecuente ahorro de algunas labores de cultivo (riegos, cultivos, aplicación de agroquímicos, etc) y 3) generalmente el valor de estas cosechas precoces es superior al valor de los productos obtenidos en la temporada normal, permitiendo lograr mayores utilidades económicas.
- c) Se hace más eficiente el uso de fertilizantes, ya que las plantas protegidas aprovechan en mayor proporción los elementos nutritivos, al tener mejores condiciones de humedad, temperatura, etc.
- d) Se obtiene ahorro de agua, debido a que al conservarse húmedo el terreno por más tiempo es posible disminuir la cantidad de riegos, lo que se refleja en un ahorro de lámina de agua aplicada y consumida al final del ciclo vegetativo.
- e) Se incrementan los rendimientos, (Rodríguez *et al.*, 1991).

Efecto del Macrotúnel Sobre la Temperatura

La temperatura tiene una influencia muy importante sobre el cultivo que tiene requerimientos térmicos específicos, por lo que al presentarse temperaturas fuera de sus límites se restringe o cesa totalmente su desarrollo. Si la temperatura es más baja de la que necesitan las plantas, se ve afectada la formación de carbohidratos iniciales o la del protoplasma de las mismas, y si es más alta se favorece una transpiración y/o respiración elevadas. En ambos casos, las plantas mueren o se producen en más bajas proporciones.

En la zona radicular la absorción de agua y de nutrimentos aumenta hasta cierto límite de temperatura; si se rebasa éste, dicha absorción cesa. Cuando la temperatura es muy alta las plantas pueden transpirar más agua de la que son capaces de absorber, lo que puede originarles marchites. Si la temperatura del suelo es baja y por efecto del viento tiene lugar una excesiva transpiración, los tejidos vegetales pueden sufrir deshidratación.

Entre la temperatura del suelo y la actividad de los microorganismos heterótrofos existe una estrecha relación: la liberación de nitrógeno, fósforo y materia orgánica de los residuos de las plantas es mayor a altas temperaturas.

Los plásticos tienen una gran influencia directa sobre la temperatura del suelo y el volumen de aire comprendido dentro del área protegida por la estructura.

La temperatura interna de la estructura generalmente es más alta que la del exterior, salvo en algunas ocasiones en que ocurre el fenómeno llamado "inversión térmica". Mediante el uso de macrotúneles se obtiene una mayor respuesta en las temperaturas máximas que en las mínimas.

Efecto del Macrotúnel Sobre la Humedad

La pérdida de agua en un cultivo bajo condiciones normales se debe sobre todo a la evaporación de la humedad del suelo y a la transpiración de las plantas por efecto de la intensidad de la radiación solar, de la temperatura del aire y de la acción de los vientos.

La conservación de la humedad del suelo, así como el mantenimiento de una alta humedad relativa, tienen gran importancia para algunas funciones de las plantas, como las que se describen a continuación:

- a) Durante la fotosíntesis el agua se combina con el CO₂ en la formación de carbohidratos.
- b) El agua sirve de transporte a las sustancias minerales, hormonas, vitaminas, nutrimentos esenciales, etc.
- c) El agua mantiene la turgencia de las células vivas.
- d) En cierta forma la humedad interna de las plantas en consecuencia, influye sobre el desarrollo vegetal.
- e) Los microorganismos del suelo trabajan más activamente bajo ciertos límites de humedad.
- f) La absorción de nitrógeno, fósforo y otros elementos, se lleva a cabo en ciertos niveles de humedad del suelo.

La protección de los cultivos bajo invernadero y túneles reduce la pérdida de humedad, atenuando los efectos de algunos factores ambientales, como se explica a continuación:

Viento

Al tener un suelo protegido por un invernadero o túnel, la pérdida de agua causada por el viento cesa casi totalmente, conservándose por más tiempo la humedad del terreno (Ibarra, 1997).

Intensidad de la Radiación y Temperatura del Aire

La relación entre estos dos factores es muy estrecha; generalmente la variación de la temperatura ambiental se asocia con la radiación recibida. La magnitud de estos factores influye enormemente en la proporción en que la evaporación y la transpiración se llevan a cabo.

Como ya se mencionó, la temperatura del volumen de aire contenido dentro de los invernaderos y túneles casi siempre es mayor que la exterior,

originando una alta y constante evapotranspiración dentro de las estructuras. Sin embargo, esta humedad no se pierde porque el vapor de agua emitido por las plantas y el suelo se adhiere a la capa interior del material plástico, donde posteriormente se condensa y cae nuevamente sobre el suelo y las plantas, formándose así un pequeño ciclo hidrológico. Además, la humedad relativa dentro de las áreas cubiertas es más alta que la del ambiente exterior (Ibarra, 1997).

Ventajas del Macrotúnel

Según Rodríguez *et al.* (1991), las ventajas que aportan los macrotúneles para proteger a los cultivos de los factores adversos tales como:

- a) Exceso de humedad por lluvias abundantes
- b) Algunas formas de precipitación (frío, heladas, nieve, granizo, etc)
- c) Bajas temperaturas
- d) Vientos fuertes
- e) Daños causados por roedores y aves

Películas Foselectivas

En los últimos años las tendencias en investigación con materiales plásticos para la agricultura se enfocan a la búsqueda de mayores rendimientos, así como a la eficientización de los recursos disponibles, por lo que con las películas foselectivas se aprovecha el efecto favorable que ciertas regiones de longitud de onda del espectro electromagnético (ciertos colores) promueven en la planta, la influencia de ciertas longitudes de onda fomentan cierta influencia en actividades vitales de la planta como son efectos en la fotosíntesis, morfogenéticos y de fotoperiodismo entre otros (Catalina *et al.*, 2000).

Los pigmentos tanto orgánicos como inorgánicos se utilizan ampliamente en la coloración de materiales poliméricos, por lo que su selección debe ser en función de los efectos sobre fotoestabilidad del mismo, ya que algunos pigmentos por la absorción de la luz pueden tener un marcado efecto protector y además fotocatalizar degradación de los plásticos, siendo los tipos de degradación térmica y radioactiva en los que comúnmente se ven involucrados los pigmentos y su comportamiento depende de la naturaleza física y química del polímero y del pigmento, del medio ambiente en el que el sistema polímero-pigmento se utiliza y de la presencia de aditivos protectores como antioxidantes y estabilizadores de la luz UV (Catalina *et al.*, 2000).

Propiedades Ópticas

La transparencia es la propiedad que tiene un material de dejar pasar la mayor cantidad posible de radiaciones solares (visibles y no visibles). La reflexión son los rayos que no atraviesan el plástico sino que se reflejan hacia el exterior según el ángulo de incidencia y la propiedad reflectante del material que se trate. La absorbancia es la propiedad que tienen los materiales para absorber un mayor o menor porcentaje de radiaciones, mientras que la transmitancia es la propiedad que tienen los materiales para difundir las radiaciones que pasan a través de un material obteniéndose como consecuencia una mejor repartición o difusión de la luz (Robledo y Martín, 1988; Serrano, 1990).

El uso de pigmentos inorgánicos opacos permite la obtención de películas fotoselectivas con propiedades ópticas que permiten obstruir la transmisión de luz visible al suelo evitando el crecimiento de malezas, además de permitir la reflexión de la radiación solar en determinadas longitudes de onda hacia el follaje del cultivo para promover efectos específicos en las plantas (Ramírez *et al.*, 1992).

Fitocromo

El fitocromo es un pigmento fotocromico que existe en dos formas, Pr, especie que absorbe la luz roja, R, y la Pfr que absorbe en la denominada zona espectral del rojo lejano, FR. Las dos formas Pr y Pfr son interconvertibles mutuamente mediante la radiación apropiada, de ellas, la forma Pfr es considerada la forma activa del fitocromo. En la nomenclatura utilizada para estas formas se indica dónde presentan sus máximos de absorción, aunque hay que señalar que las bandas de las dos formas son anchas y presentan un solapamiento importante que da lugar a la formación de un fotoequilibrio bajo irradiación con luz policromática (Catalina *et al.*, 2000).

Distribución Espectral Solar Bajo el Filme Agrícola

Los filmes agrícolas tienen espesores muy variados dependiendo de las aplicaciones a que van dirigidos, por ejemplo, los filmes para acolchado van desde las 15 a las 80 micras y los de invernadero y túneles grandes desde las 80 a las 220 micras. La transmisión global de la luz será diferente en función del espesor. En lo que se refiere a los materiales empleados, son el polietileno de baja densidad (LDPE) y los copolímeros de etileno y acetato de vinilo (EVA) los dominantes, contabilizando más del 80% del mercado. En cualquier caso, la naturaleza semicristalina de estos materiales polímeros junto con los diferentes aditivos que llevan las formulaciones, cada vez más selectivos, hace que la transmisión de luz a través del filme pueda verse modificada en buena medida, aunque, tienen que cumplir el requisito indispensable de transmitir eficientemente las zonas del espectro donde los vegetales hacen la fotosíntesis. Los materiales que transmiten la luz pueden ser transparentes y traslúcidos, en general los filmes agrícolas pertenecen en mayor o menor medida a estos últimos. En términos prácticos, para el filme agrícola se considera la

Transmisión Global de Luz, que es la suma de las dos componentes de luz transmitida, directa y dispersa (Catalina *et al.*, 2000).

Hay que señalar que una fracción de luz dispersa transmitida alta supone una ventaja en las aplicaciones agrícolas, puesto que se reducen las sombras en los cultivos provocadas por la luz transmitida directa (Catalina *et al.*, 2000).

Un filme agrícola cambia notablemente la distribución espectral solar en cuanto a la luz transmitida directa y dispersa, y más en presencia de determinados aditivos. Hay que considerar que al aumentar la concentración del aditivo en el polímero, en general, se produce un aumento de la fracción de luz difusa e incluso se puede llegar a disminuir la Transmisión Global de Luz Visible y aumentar el valor de la fracción de luz global reflejada, lo que produce pérdidas de luz en el interior del invernadero (Catalina *et al.*, 2000).

Conversión de Luz UV – Visible

Se han desarrollado nuevos filmes agrícolas incorporando aditivos fluorescentes, con absorción en el ultravioleta y emisión en un intervalo amplio del espectro visible. Con ello se ha conseguido un aumento importante de la intensidad de la radiación solar bajo la cubierta con respecto a filme sin aditivar. El aumento de la intensidad de luz, obtenido por fluorescencia, permite suponer que con el empleo de estos filmes se aumentará la producción dado que ésta, en términos generales, es proporcional a la intensidad de luz que las plantas reciben. Además, en las horas del día donde la intensidad de luz UV es mayor (crepúsculo y atardecer) la emisión de la fluorescencia aumentará de forma relativa, pudiéndose así alargar el día agrícola (Catalina *et al.*, 2000).

Este nuevo aditivo proporciona un aumento en la transmisión de la Radiación Fotosintéticamente Activa (RFA) del 1.07%, así el valor en tanto por ciento aumenta de 93 a 94% bajo la cubierta fotoselectiva. No se modifica la relación rojo/rojo lejano y disminuye la transmisión en la UV, lo que conlleva ciertas ventajas. Este aditivo proporciona un aumento de intensidad en toda la zona del espectro visible. También estos nuevos productos, donde Flu-G1 puede considerarse representativo, tienen un interesante efecto de aumentar la fracción de luz transmitida dispersa, con las ventajas que ello supone una disminución de sombras en el interior del invernadero (Catalina *et al.*, 2000).

Modificación de la Relación Rojo/Rojo Lejano

Para modificar la relación R/FR, aumentando la intensidad bajo la cubierta de filme selectivamente en el rojo, se han desarrollado aditivos específicos con absorción en el verde, zona de 500-600 nm y emisión intensa de fluorescencia en el color rojo del espectro visible, 600-700 nm. Estos aditivos confieren a los filmes unos colores (rojos, púrpuras y rosas) muy llamativos. El aumento de la relación rojo/rojo lejano, tiene un importante efecto de control de la fotomorfogénesis de las plantas, ya que reducen la altura de las mismas y el espacio entre nudos, además de aumentar espectacularmente la producción (Catalina *et al.*, 2000).

Respuesta de las Plantas a las Películas Fotoselectivas

Calidad de la luz

La luminosidad tiene una importancia decisiva en todos los procesos vitales de los vegetales. Algunas de las funciones más importantes en el desarrollo de las plantas son debidas a la energía luminosa (Serrano, 1990).

Es importante además de la calidad (longitud de onda), la cantidad (intensidad) del flujo de la radiación, ya que la transferencia del vapor de agua

en la transpiración, el consumo de CO₂ y el transporte de nutrimentos están directamente correlacionados con la cantidad de radiación neta (Torres, 1984).

Las plantas “funcionan o trabajan” con energía solar. Todas las plantas captan la energía del sol y la transforman en sustancias que directa o indirectamente, alimentan a la mayoría de las otras formas de vida de la tierra. Debido a esto el destino de una semilla germinada, o de una futura planta depende no solamente de la intensidad de la luz, sino también de la calidad de luz que recibe la plántula y de esta calidad dependen el tamaño de la planta adulta, la cantidad de hojas, el principio de la floración, de la fructificación y de la senescencia, siendo de esta manera la luz, la que determina todos los aspectos de la vida vegetal según el proceso de “fotomorfogénesis” (Zarka, 1992).

La luz es una forma de energía radiante de una porción del espectro electromagnético que es dividido en unidades de longitud de onda y frecuencia. Dentro de la fotobiología de la planta, la luz se categoriza en longitudes de onda cuyas unidades son los nanómetros y energía que se mide en fotones o quantum. La distribución de la calidad de la luz es la descomposición de la energía radiante en sus componentes de longitudes de onda, los cuales permiten la referencia específica a una sección del espectro electromagnético, por ejemplo la radiación fotosintéticamente activa (RFA) que es la cantidad de energía utilizada por las plantas para la fotosíntesis y está integrada por un rango espectral (longitudes de onda) de 400 a 700 nm (Decoteau y Friend, 1991).

La Luz Como Factor Morfogenético

La fotomorfogénesis puede definirse como la influencia de la luz sobre el desarrollo de la estructura de las plantas, por lo que ésta requiere de cierta habilidad para percibir la luz ambiental necesaria para su sobrevivencia. La luz

es de especial importancia para la Agrometeorología tanto por la cantidad como por la calidad de luz recibida por los cultivos, o sea la intensidad de la radiación y el rango de longitud de onda.

La radiación solar es heterogénea en cuanto a longitudes de onda, pudiendo separarse en radiación ultravioleta (UV), radiación visible (LUZ) y radiación infrarroja (IR). Serrano (1990) menciona que las radiaciones UV actúan desfavorablemente sobre la forma de las plantas, dando lugar a hojas frondosas y plantas rechonchas, mientras que las radiaciones IR tienen poca influencia sobre el crecimiento, en cambio la acción térmica que producen estas radiaciones sí tienen influencia, en tanto que los mejores resultados de crecimiento y formación de la planta se obtienen con las longitudes de onda que más se acerquen a la composición espectral que necesita la fotosíntesis; más de 50,000 lux (unidad de iluminación que es igual a la cantidad de luz que recibe normalmente un metro cuadrado de superficie de una esfera de un metro de radio cuando se coloca en su centro un foco luminoso cuya intensidad sea de una bujía).

La luz tiene importantes efectos morfogénicos en las plantas como son, entre muchos otros, la tolerancia a la luz; y de acuerdo a la intensidad de la luz, las plantas pueden clasificarse como plantas heliófilas o de sol, plantas umbrófilas o de sombra, por regla general, las hojas de estas plantas son más transparentes que las hojas de las plantas heliófilas (Torres, 1984).

Otro efecto es la etiolación, esta condición se presenta cuando la intensidad de la luz no es suficiente para el desarrollo normal de las plantas, por lo que a bajas intensidades de luz, las plantas tienden a incrementar el alargamiento del tallo y además de entrenudos largos y delgados, presentan una clorosis general y malformación en las hojas.

El fototropismo constituye otro efecto morfogénico y consiste en que la dirección en la cual proviene la luz determina en alto grado la dirección del crecimiento de tallos y hojas (Torres, 1984). Esto es debido a que la luz actúa sobre la formación o inhibición de auxinas vegetales responsables del crecimiento y multiplicación celular, es por esto que la parte del tallo expuesta a la luz no produce auxina, por lo tanto crece menos que la situada en la sombra, que sí produce auxina, razón por la cual los tallos se arquean y parece que buscan la luz (Serrano, 1990).

Las células sensitivas (fotorreceptoras) para captar la energía radiante cuentan con pigmentos, llamados fitocromos, éstos pueden dividirse en dos categorías de acuerdo a su función fisiológica: pigmentos fotosintéticos y pigmentos fotomorfogénicos. Los pigmentos fotosintéticos realizan la captura de la energía radiante, la cual es transformada en energía química y azúcar a través de los procesos de fotosíntesis, en cambio la función de los pigmentos fotomorfogénicos es la percepción de longitudes de onda específicas de luz (roja, roja lejano, azul) como indicadores del ambiente de la planta y en la regulación y desarrollo de la misma.

El fitocromo está implicado en muchas respuestas fisiológicas de la planta como son la germinación de la semilla y la floración. Existen evidencias de que la planta posee un pigmento receptor de luz azul llamado criptocromo, aunque no ha sido identificado química ni físicamente, algunas investigaciones reportan que los efectos de la luz en el desarrollo de las plantas incluyen la formación de antocianinas, el fototropismo y elongaciones del hipocótilo (Decoteau y Friend, 1991).

Influencia Espectral en la Fisiología de la Planta

Daponte and Verschaeren (1994), mencionan que es bien conocido que la luz solar consiste en radiaciones electromagnéticas de amplia

variedad de frecuencias y energía cuántica. Solo una porción muy pequeña es visible para el ojo humano, encontrándose en el rango de los 380 a 720 nm. Este rango es el responsable de muchas respuestas fisiológicas de la planta.

Producción de Plántula

Claridades agropecuarias (2000), cita que la producción de plántula es una actividad importante para el posicionamiento de hortalizas en ventanas óptimas de mercado, que permiten tener beneficios inmediatos en el precio de venta. Es la producción de plántulas bajo cubiertas, con lo que se puede adelantar el ciclo del cultivo, al tener reguladas las condiciones de luz, humedad y temperatura reduciendo el número de días en comparación con la producción en campo abierto.

Calidad de Plántula

Más del 90% de los cultivos agrícolas son propagados por semillas y ellas son los portadores primarios de los recursos genéticos y de los nutrientes para el primer estadio de crecimiento. Si bien es básico contar con un potencial genético adecuado, (de lo cual se ocupan las empresas productoras de semillas), es igualmente básico suministrarle a la semillas las condiciones óptimas para la expresión máxima de ese potencial (Wageningen, 1994).

La respuesta del trasplante depende de varios factores, principalmente de la especie y del estado de desarrollo de la planta y específicamente de la relación entre el área foliar y la longitud y grado de suberización de las raíces y de las condiciones ambientales tras la plantación (Rosa, 1996).

Trasplantes

Juárez (2000), menciona que es una práctica cultural sumamente empleada en las explotaciones hortícolas que consiste en mover las plántulas germinadas en invernaderos o almácigos de estas áreas de crecimiento a los terrenos agrícolas donde complementan su ciclo de desarrollo.

El trasplante implica una serie de factores que es necesario considerar para que este proceso tenga resultados satisfactorios:

- a).- Factores fisiológicos.
- b).- Tamaño y edad de las plántulas.
- c).- Velocidad de regeneración de la raíz.

El trasplante realizado en húmedo es más recomendado que el practicado en seco, ya que cuando se realiza el primero la planta se recupera más rápidamente del estrés causado por dicho trasplante.

Juárez (2000), cita las ventajas del trasplante sobre la siembra directa:

- 1.- Menor costo
- 2.- Uso de semillas más eficiente
- 3.- Uso de especies con dificultad para la germinación directa
- 4.- Uniformidad en el crecimiento
- 5.- Floración temprana
- 6.- Precocidad en la producción

La principal desventaja del trasplante es su costo de producción en el invernadero y establecimiento a campo.

Un trasplante de calidad se distingue por tener tallo vigoroso, de una altura de 7 a 12 cm, ausente o mínima clorosis, buen desarrollo radicular, y libre de plagas y enfermedades.

El crecimiento del trasplante se puede dividir en cuatro etapas:

- 1.- De siembra a emergencia radicular
- 2.- De emergencia radicular a la expansión de los cotiledones
- 3.- De la expansión de los cotiledones al desarrollo de las hojas verdaderas
- 4.- Del desarrollo de las hojas verdaderas al crecimiento final.

El éxito de la plántula al campo depende de un adecuado crecimiento del sistema radicular y sus componentes morfológicos, los cuales son diferentes, comparados con plantas establecidas vía directa. Estas últimas desarrollan una raíz pivotante vigorosa, con un desarrollo constante de raíces laterales y básiases.

Leskovar citado por Juárez (2000), menciona que la capacidad de un trasplante a superar el shock depende de cómo las plantas soportan los cambios estructurales y funcionales de la raíz, de la capacidad radicular de absorción de agua y nutrientes y de la capacidad de regeneración de nuevas raíces.

Claridades agropecuarias (2000), reporta que el trasplante provoca un estrés en la planta por el cambio de condiciones, principalmente mientras se adapta al terreno.

Factores que Afectan el Crecimiento

Estos están relacionados con el manejo de agua, temperatura, luz, CO₂ y nutrientes. Actúan afectando la fotosíntesis y respiración, los dos procesos que determinan el crecimiento del trasplante.

Irrigación

La cantidad de agua a aplicar debe compensar la evapotranspiración. Los indicadores para iniciar el riego son: cambio de color de la superficie del

medio, de oscuro (húmedo) a claro (seco), cambio de peso de las bandejas y tiempo del último riego. No obstante, el mejor indicador es la planta a través de sus cambios morfológicos asociados a estrés hídrico (volumen de agua < 25%). Estos incluyen, menor estiramiento del tallo, hojas de menor superficie, hojas de mayor grosor, cambios angulares y curvatura de hojas, cambios de color (clorosis), entrenudos cortos, quemaduras marginales de las hojas, mayor crecimiento radicular y menor crecimiento vegetativo.

Raíces Poco Profundas

Las raíces de algunos cultivos (lechuga) son más sensibles a los cambios de humedad comparadas con sistemas radiculares profundos (tomate). Hay que poner más atención en contenedores que tienen celdas de poco volumen (<10 cm³). El riego excesivo tiende a promover el desarrollo del tallo, mientras que la irrigación vía flujo y reflujo promueve el desarrollo radicular (De Santiago, 2006).

Descripción General de los Sustratos Utilizados

Peat Moss

Premier Pro-Mix (2003), define el peat moss como un sustrato de cultivo a base de turba de sphagnum de granulación fina, especialmente concebido para la germinación de las semillas y el crecimiento de las plántulas en semilleros. Las simientes de flores y hortalizas están confinadas en el espacio estrecho de las celdas y el desarrollo de un sistema radicular se encuentra limitado por la gran densidad del medio de crecimiento.

Propiedades Químicas

Peat Moss contiene una cantidad equilibrada de elementos nutritivos que favorecen el desarrollo del sistema radicular de las plántulas. Contiene pocos sales solubles, eliminando así la posibilidad de “quemar” la raíz que emerge (radícula). La duración de vida útil de los fertilizantes en el sustrato depende de la cantidad de agua aportada, de la frecuencia de las irrigaciones y de las necesidades de las plántulas.

Análisis de Laboratorio del Peat Moss

- Macronutrientes: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio
- Micronutrientes: hierro, zinc, cobre, manganeso, boro
- pH: 5.5 – 6.5

Otros Datos del Peat Moss

- Porosidad al aire: 15 – 20% (del volumen)
- % de humedad: 30 – 50% (del peso fresco)
- Densidad aparente húmeda: 8 – 10 lbs/pi. Cu. (0.13 – 0.16 g/cm³).

Perlita

Pérez (2003), la define como el material obtenido como consecuencia de un tratamiento térmico a unos 1,000 – 1,200 °C de una roca silíceo volcánica del grupo de las riolitas.

Se presenta en partículas blancas cuyas dimensiones varían entre 1.5 y 6 mm, con una densidad baja. Posee una capacidad de retención de humedad de hasta cinco veces su peso y una elevada porosidad; su capacidad de intercambio catiónico (CIC) es prácticamente nula (1.5–2.5 meq/100 g); su durabilidad está limitada al tipo de cultivo, pudiendo llegar a los 5–6 años. Su pH está cercano a la neutralidad (7–7.5).

Resultados de Trabajos Realizados con Cubiertas Fotoselectivas

Torres (1984), trabajó en túneles con cubiertas de colores utilizadas como filtros para emitir diferentes longitudes de onda en los cultivos de tomate, chícharo y rábano en la estación Agrometeorológica de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en tanto que los datos reportados por Daponte y Verschaeren (1994) fueron tomados como base para la elaboración de nuevas películas de etilen vinyl acetato (EVA) las cuales usaran como alternativa, la influencia espectral para combinarse con la genética de las plantas y el control de plagas.

Domínguez (2005), realizó trabajos en la producción de plántula de tomate de cáscara en microtúneles con cubiertas fotoselectivas en el Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, obtuvo que las cubiertas de color amarillo inducen un crecimiento del tallo y parte aérea y altos pesos frescos y secos, originando plantas de alta calidad, sin embargo el color rojo indujo altos pesos frescos de raíz, y el transparente presentó altos pesos secos de raíz y materia seca total, con el uso de la cubierta de color verde se indujo una de las mayores alturas de plántula pero éstas presentaron los menores pesos secos de raíz y tallo y materia seca total, originando por lo tanto plántulas de baja calidad para trasplante.

Obteniendo también que los colores de cubierta seleccionados muestra rangos de trasmisividad que van de 0.306 a 0.940 de radiación solar total incidente mientras que la trasmisividad de la radiación fotosintéticamente activa fue de 0.101 a 0.864 (Cuadro 1), lo cual permite estimar una relación entre la radiación transmitida y la acumulación de materia seca, dando como consecuencia plántulas de alta calidad para trasplante.

Hernández *et al.* (2004), realizó trabajos con plántulas de tomate, brócoli y coliflor bajo cubiertas fotoselectivas en el Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Donde obtuvieron que la altura de las plántulas de tomate y coliflor fue mayor en la cubierta blanca y para brócoli fue la de color naranja donde hubo un incremento del 29-32%. En la variable de área foliar fue para las plántulas bajo la cubierta blanca con un 16 %. Para biomasa seca se tiene que el tratamiento con la cubierta blanca fue superior al resto de los tratamientos.

Cuadro 1. Índice de transmisividad y reflectividad de la radiación solar total incidente y radiación fotosintéticamente activa de las cubiertas plásticas fotoselectivas.

UAAAN, 2005.

Color de cubierta	Radiación solar total incidente		Radiación fotosintéticamente activa	
	Trasmisividad	Reflectividad	Trasmisividad	Reflectividad
	(%)	(%)	(%)	(%)
Transparente	0.940	0.060	0.864	0.136
Blanco	0.509	0.491	0.376	0.624
Amarillo	0.637	0.363	0.392	0.608
Rojo	0.667	0.333	0.255	0.745

Robledo *et al.* (2004), trabajó con microtúneles con cubiertas fotoselectivas para producir plántulas de lechuga en el Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, y reportó que la cubierta de color amarillo y celeste son los colores que más favorecen el desarrollo del peso fresco y seco de la parte aérea de plántulas de lechuga, pero el peso fresco y seco de raíz se favoreció con los colores amarillo, rojo y blanco, esto permite concluir que este tipo de colores de cubierta promovieron una mayor acumulación de materia fresca y seca.

Daza (1994), encontró que los mejores resultados al producir plántulas de coliflor (*Brassica oleracea*) var. *Brotrytis*, en microtúneles con cubiertas plásticas de colores, fueron obtenidas al utilizar cubiertas de PVC blanco y PVC violeta.

Muñiz (1994), trabajando en la producción de plántulas de tomate bajo cubiertas plásticas de colores, concluyó que éstas acortan el periodo para el trasplante y encontró que el PVC blanco es mejor para la producción de plántula de tomate.

Hoyos (1995), realizó un trabajo en Almería España en el que se produjeron plántulas de tomate, pepino y pimiento en túnel con diferentes colores como cubierta. En las plántulas de tomate encontraron que en las variables peso fresco en tallo y hoja, peso seco de raíz y tallo así como también en diámetro fueron mayores los resultados de las plántulas que crecieron bajo la cubierta de color rojo. Para las plántulas de pepino se encontró que los mayores resultados en peso fresco de raíz fueron para el tratamiento rojo, en peso fresco del tallo, hoja, peso seco de tallo y hoja fue el testigo, así también para el diámetro de tallo. En las plántulas de pimiento los resultados se comportaron superiores en todas las variables evaluadas bajo la cubierta transparente.

Samaniego *et al.* (2002), indican que las diferencias espectrales causadas por las coberturas plásticas inducen cambios drásticos en el cultivo, alterando los parámetros de desarrollo como son: peso de planta, diámetro de tallo, área foliar y la acumulación de biomasa en plántulas de chile y tomate, como resultado de una alteración en la radiación visible y temperatura.

Por último, los datos reportados por Bueno (1984), están basados en estudios hechos a dos películas de PVC fotoselectivo, azul y rojo desarrolladas

para cubiertas de invernadero, ambos reducen la transmisión de las radiaciones verde-amarilla, incrementan las azules y rojas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización Geográfica del Área Experimental

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en los terrenos del Departamento de Horticultura, propiedad de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (U.A.A.A.N) en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México; la cual se encuentra situada geográficamente a 25° 22' de latitud norte, longitud 101° 22' oeste y a una altitud de 1742 msnm. El trabajo fue desarrollado en el periodo primavera – verano 2006.

Características del Área Experimental

Según Mendoza (1983) el sitio experimental presenta las siguientes características:

Clima. Clasificado del tipo BW_{hw} (x') (e), el cual es seco y templado con lluvias en verano. La temperatura media anual es de 17.3°C, con una oscilación media de 10.4°C. Los meses más cálidos son junio, julio y agosto con temperaturas máximas de hasta 37°C. Durante enero y diciembre se registran las temperaturas más bajas, de hasta -10.4°C, con heladas regulares en el período diciembre a febrero. La precipitación media anual es de 460.7 mm. Los meses más lluviosos son julio, agosto y septiembre; las lluvias en invierno son moderadas. Lo anterior da como resultado un 64.8% de humedad relativa media anual que se distribuye desigualmente; el verano es la estación de mayor humedad relativa, e invierno y primavera de mayor sequía .

Viento. Los vientos predominantes son del sureste, en casi todo el año, con excepción del invierno donde los del noroeste son predominantes y se presentan con mayor intensidad en los meses de febrero-marzo.

Vegetación. La vegetación se encuentra clasificada como matorral desértico rosetófilo, pastizal inducido y natural, matorral chaparral, bosque de pino, bosque de encino y bosque cultivado de pino.

Agua de riego. El agua que fue utilizada para el riego era potable y conducida por tuberías hasta el área experimental.

Descripción del Material Experimental

Material Genético

Este presenta un crecimiento arbustivo con frutos verdes oscuros, en forma de corazón con piel lustrosa 15 cm de largo aprox. En cuanto a su picor es considerado ligero. Llamado Poblano en fresco y ancho una vez seco. Se puede cosechar a los 75 días después de trasplantarse (o aproximadamente 90 días a maduro).

Material para la Siembra

- Semillas de chile ancho var. San Luis
- Peat moss (60%)
- Perlita (40%)
- Charola de 128 cavidades

Material para la Construcción del Macrotúnel

- Polietileno de diferentes colores:
PE Transparente
PE Amarillo
PE Blanco
PE Rojo

- Tubo galvanizado de 0.5 pulgadas de diámetro y 6 m de longitud
- Cinta métrica
- Manguera
- Fajillas de madera (1" x 2")
- Perfil poligrap
- Cola de rata.

Material para la Evaluación

- Cajas petri
- Vernier
- Balanza analítica
- Estufa de secado LINDBERG/BLUEM
- Cutter
- Portable Area meter Mod. LI 3000 (LI-COR)
- Bolsas estraza

Diseño Experimental

El procedimiento para la revisión de los resultados fue mediante análisis de varianza, aplicando un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones. Utilizando el programa de la Universidad de Nuevo León Los tratamientos evaluados fueron:

T₁ = PE Transparente

T₂ = PE Amarillo

T₃ = PE Blanco

T₄ = PE Rojo

Se utilizó la prueba de Tukey en las variables: biomasa fresca total, biomasa seca total, biomasa fresca del vástago, biomasa seca del vástago, biomasa fresca de la raíz, biomasa seca de la raíz, altura de la planta, diámetro de tallo y área foliar.

Establecimiento del Experimento

Siembra del Almacigo

Esta actividad se realizó en el mes de Marzo de 2006, para lo cual se utilizaron charolas de poliestireno de 128 cavidades y como sustrato se utilizó Peat Moss (60%) y Perlita (40%). El material vegetativo fue la semilla de chile ancho var. San Luis.

Una vez realizada la siembra en las charolas para la producción de plántula, éstas se introdujeron a macrotúneles bajo las diferentes cubiertas a evaluar.

Las actividades realizadas durante el transcurso desde la siembra del almacigo hasta transplante fueron, mantener las condiciones de sanidad y humedad necesarias para que las plántulas crecieran sanas y vigorosas asegurando de este modo, en lo posible, un buen establecimiento una vez trasplantadas.

Fertilización

La fertilización utilizada para los tratamientos fue 30-20-10 realizadas una vez por semana (8 g/l agua); esta aplicación fue la misma para todos los tratamientos con el propósito de ponerlos a competir en igualdad de condiciones de nutrimentos sin que se predisponga ningún beneficio a favor de cualquiera de los tratamientos. Las aplicaciones se realizaron de manera foliar.

Preparación del Área Experimental

Establecimiento del Macrotúnel

Establecimiento de la Estructura. Se usaron tubos de una pulgada de diámetro y 50 cm de largo, los cuales se enterraron sirviendo como anclas, se colocaron a una distancia entre si de 2.0 m. Sobre éstos se colocaron tubos de media pulgada de diámetro por 6.20 m de largo arqueados a manera de semicírculo por medio de una plantilla y después perforadas.

Colocación de la Cubierta Plástica. Se realizó una pequeña zanja alrededor de la estructura en la cual se colocó el plástico sujetándolo con tierra. El plástico utilizado fue transparente (calibre 600), blanco, amarillo y rojo (calibre 300), los cuales previos a su colocación se extendieron sobre el suelo para que bajo la acción del sol se expandieran. Con una fajilla de madera (1" x 2"), se envolvió el plástico por su extremo y se clavó a la perforación hecha al tubo a 1.2 m de altura. En el otro extremo del plástico, éste se jaló y acomodó en la zanja para sellarlo con tierra. A un segundo plástico que colgaba de esta fajilla de madera se le colocó un tubo de media pulgada de diámetro, el cual llevaba una manivela sujeta por último con un alambre, permitiendo la ventilación del macrotúnel. Al final se colocaron las puertas con marcos de madera las cuales se forraron con plástico. Con todo lo anterior se formó una estructura (macrotúnel) de 4 m de ancho por 10 m de largo.

Variables Evaluadas

Para la realización de todas las evaluaciones, se tomaron aleatoriamente una planta por cada tratamiento en cada una de las cuatro repeticiones. Se

trataron de escoger plantas representativas a través de una media en cuanto a crecimiento y desarrollo.

Se realizaron siete evaluaciones en el mes de abril cada cinco días para la parte fresca y cinco días después de la primera para la parte seca.

Las variables evaluadas fueron las siguientes:

Biomasa Fresca Total (g)

Para poder reportar esta variable fue necesario conocer la biomasa fresca del vástago y de la raíz obteniendo con estos un dato promedio.

Biomasa Seca Total (g)

Para su evaluación se tomaron los datos de biomasa seca del vástago y de la raíz pudiendo así tener un dato promedio y reportar esta variable.

Biomasa Fresca del Vástago (g)

Para obtener el resultado de esta variable se cortó la parte aérea de la plántula y se pesó en la balanza analítica.

Biomasa Fresca de la Raíz (g)

La parte radical de la plántula fue pesada en la balanza analítica, obteniendo un dato promedio.

Biomasa Seca del Vástago (g)

Se llevó la parte aérea a la estufa a una temperatura de 62°C por cinco días, posteriormente se pesó en una balanza analítica.

Biomasa Seca de la Raíz (g)

Se realizó de manera similar al peso seco de la parte aérea y se obtuvo un dato promedio.

Altura de la Planta (cm)

Para determinar esta variable se midió con la ayuda de una regla graduada y consistió en medir desde la base de la planta hasta la última hoja.

Diámetro de Tallo (mm)

La plántula fue medida en la base del tallo con la ayuda del vernier, en la misma fecha que para la altura obteniéndose un valor promedio.

Área Foliar (cm²)

Para determinarla se utilizó la parte aérea de una planta de las que se usaron para realizar las evaluaciones. Se usó un medidor de área foliar y así obtener un promedio de la planta por cada uno de los tratamientos con su respectiva repetición.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Biomasa Fresca Total

En las dos primeras evaluaciones hay diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) y en otras tres de las siete evaluaciones realizadas se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre tratamientos (Cuadro 2). De acuerdo a lo anterior se realizó la comparación de medias y en la evaluación realizada a los 18 dds los tratamientos con la cubierta amarilla (T_2), blanca (T_3) y roja (T_4) se comportaron estadísticamente iguales superando a la cubierta transparente (T_1) en un 41.10%. Para la siguiente evaluación a los 23 dds el T_2 y T_4 superaron al T_1 con 60.66%. En la evaluación correspondiente a los 28 dds el T_4 acumuló mayor BFT con respecto al T_1 y T_3 estadísticamente iguales con un 59.83%. Para las evaluaciones de las fechas 33 y 38 dds todos los tratamientos se comportaron estadísticamente iguales. En la sexta evaluación a los 45 dds el T_4 presentó más BFT que los tratamientos T_1 y T_3 en un 72.86% con respecto al T_4 . Por último a los 50 dds el T_4 reportó mayor BFT superando a los demás tratamientos estadísticamente iguales con un 68.20% (Cuadro 3). En general, se observó que el T_4 acumuló mayor BFT en todas las evaluaciones para la producción de plántulas en el periodo evaluado.

Los resultados encontrados pueden deberse a que esta cubierta probablemente incrementa la eficiencia fotosintética o bien al modificar el microambiente vegetal se obtiene una mayor BFT.

Estos resultados difieren con los obtenidos por Hoyos (1995), quien cultivando plántulas de pimiento encontró que las producidas bajo la cubierta transparente obtuvieron mayor acumulación de BFT. Las diferencias obtenidas deben haber sido por la disponibilidad en el nivel de fotoperiodo reportado en cada región.

Biomasa Seca Total

En dos de las evaluaciones realizadas se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) y en una con $P \leq 0.01$ entre tratamientos (Cuadro 4). Con respecto a lo anterior, se realizó la comparación de medias para la evaluación a los 18 dds encontrando que los tratamientos con las cubiertas amarilla (T_2), blanca (T_3) y roja (T_4) fueron estadísticamente iguales superando a la cubierta transparente (T_1) con un 49.11%. Para la segunda evaluación correspondiente a los 23 dds el T_4 superó al T_1 y T_2 quienes fueron estadísticamente iguales con 65.92%. En la evaluación realizada a los 28 dds el T_4 acumuló mayor BST en un 58% que el T_1 y T_3 estadísticamente iguales. En las últimas cuatro evaluaciones a los 33, 38, 45 y 50 dds todos los tratamientos se comportaron estadísticamente iguales (Cuadro 5). Finalmente se tiene que la cubierta roja acumuló más BST para producción de plántulas en el periodo evaluado.

Lo antes encontrado puede deberse a que la cubierta roja de alguna forma modificó las características de la radiación solar, logrando un nivel de reflexión y transmisión diferente a las otras cubiertas lo que se tradujo en una mayor BST.

Los resultados obtenidos difieren a los encontrados por Hoyos (1995), quien trabajando con plántulas de pimiento obtuvo mayor acumulación de BST bajo cubierta transparente. Lo anterior pudo haber sido por las condiciones ambientales diferentes presentes en cada región.

Biomasa Fresca en el Vástago

En dos de las fechas evaluadas se encontraron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) entre tratamientos (Cuadro 6). En base a lo anterior se llevó a cabo la comparación de medias, teniendo para la primera y segunda evaluación a los 18 y 23 dds las cubiertas amarilla (T_2), blanca (T_3) y roja (T_4) superaron a la cubierta transparente (T_1) en un 42.36 y 59.82% respectivamente. Para la siguiente evaluación a los 28 dds el T_4 superó con 59.08% al T_1 y T_3 estadísticamente iguales. Para las últimas evaluaciones realizadas para esta variable en los días 33, 38, 45 y 50 dds todos los tratamientos se comportaron estadísticamente iguales (Cuadro 7). En general, el tratamiento que acumuló mayor BFV fue el T_4 seguido por el T_3 y T_2 siendo el T_1 el que presentó menor BFV para la producción de plántula en el periodo evaluado.

Esto es debido a la modificación en las características de la transmisión de la PAR, de tal manera que favoreció la diferenciación celular aumentando así la BFV.

Lo anterior difiere con Hoyos (1995), quien trabajando en la producción de plántulas de pimiento encontró que la mayor acumulación de BFV fue con la cubierta transparente. Las diferencias obtenidas deben haber sido por el tamaño desigual de los macrotúneles utilizados en las dos investigaciones modificando con esto las condiciones de desarrollo del cultivo.

Biomasa Seca del Vástago

En dos de las evaluaciones realizadas se encontraron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) entre tratamientos (Cuadro 8). De acuerdo a lo anterior se realizó la comparación de medias para las dos primeras evaluaciones a los 18 y 23 dds teniendo que los tratamientos con las cubiertas amarilla (T_2), blanca (T_3) y roja (T_4) fueron estadísticamente iguales superando a la cubierta transparente (T_1) en 42.34 y 54.05% respectivamente. En la tercera evaluación correspondiente a los 28 dds el T_4 superó al T_1 con 42.97%. Finalmente en las últimas evaluaciones de los días 33, 38, 45 y 50 dds todos los tratamientos fueron estadísticamente iguales (Cuadro 9). Por último se observó que el T_4 acumuló más BSV seguida por el T_3 y T_2 considerando al T_1 con menor BSV para producción de plántulas en el periodo evaluado.

Esto pudo ser debido a la modificación en las características en la transmisión de la FAR, de tal manera que favoreció la diferenciación celular aumentando así la BSV.

Lo anterior coincide con lo señalado por Samaniego *et al.* (2002), quienes indican que las diferencias espectrales causadas por las coberturas plásticas inducen cambios drásticos en el cultivo, alterando los parámetros de desarrollo como son: peso de planta, diámetro de tallo, área foliar y la acumulación de biomasa en plántulas de chile y tomate, como resultado de una alteración en la radiación visible y temperatura.

Biomasa Fresca de la Raíz

En cuatro de las evaluaciones realizadas se encontró diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) entre tratamientos (Cuadro 10). Con respecto a lo anterior se realizó la comparación de medias teniendo para la evaluación a los 18 dds a las cubiertas amarilla (T_2) y roja (T_4) estadísticamente iguales quienes presentaron mayor BFR que la cubierta transparente (T_1) en un 29.60% con respecto a los tratamientos anteriores. En la siguiente evaluación a los 23 dds todos los tratamientos fueron estadísticamente iguales. En la tercera evaluación a los 28 dds el T_4 presentó mayor BFR que las cubiertas estadísticamente iguales: blanca (T_3) y T_1 en un 63.90%. En la evaluación realizada a los 33 dds todos los tratamientos se comportaron estadísticamente iguales. En las tres últimas evaluaciones 38, 45 y 50 dds el T_4 fue quien acumuló mas BFR que el resto de los tratamientos con 59.46, 37.51 y 32.73% respectivamente (Cuadro 11). En general se observa que el T_4 obtuvo más BFR seguido por el T_2 y T_3 siendo el T_1 el que acumuló menor BFR para producción de plántulas durante el periodo evaluado.

Estos resultados pudieron deberse a que el crecimiento y formación de la planta se obtienen con las longitudes de onda que más se acerquen a la composición espectral que necesita la fotosíntesis; esto pudo haber ocurrido con la cubierta roja.

Lo anterior concuerda con lo obtenido por Robledo *et al.* (2004) al trabajar con plántulas de tomate de cáscara en donde el color rojo indujo altos pesos frescos de raíz.

Biomasa Seca de la Raíz

En una de las evaluaciones realizadas se encontró diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) entre tratamientos (Cuadro 12). En base a lo anterior se realizó la comparación de medias en la primera evaluación realizada a los 18 dds encontrando que el tratamiento con la cubierta roja (T_4) superó al resto de los tratamientos estadísticamente iguales en un 61.40%. Para las siguientes seis fechas evaluadas 23, 28, 33, 38, 45 y 50 dds todos los tratamientos fueron estadísticamente iguales (Cuadro 13). Finalmente se observa que el T_4 presentó mayor BSR superando a los otros tratamientos estadísticamente iguales para la producción de plántulas en el periodo evaluado.

Lo anterior se entiende si consideramos a Torres (1984) y Serrano (1990) quienes citan que las cubiertas plásticas y la calidad de la luz tienen influencia en procesos tales como la fotosíntesis, la respiración y otros.

Esto coincide con Hernández *et al.* (2004) quien trabajando con plántulas de tomate bajo cubiertas fotoselectivas rojas obtuvo mayor BSR.

Altura de Planta

En la evaluación realizada para esta variable se encontró diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) entre tratamientos (datos no incluidos). En base a lo anterior se realizó la comparación de medias y el tratamiento que presentó mayor AP fue el T₂ (amarillo) superando a la cubierta transparente (T₁) con 72.21%. En general, se observó que el tratamiento con mayor AP en la producción de plántulas fue el T₂ seguido por la cubierta roja (T₄) y blanca (T₃) siendo el T₁ el que presentó menor altura en la producción de plántulas durante el periodo evaluado (Figura 1).

Esto puede deberse a que la cubierta amarilla origina plántulas de mayor calidad en cuanto a características de altura, indicando una alta cantidad de acumulación de fotosíntatos que posteriormente le dará una mayor resistencia durante el trasplante.

Los resultados obtenidos coinciden con Robledo *et al.* (2004) que al trabajar en la producción de plántulas de tomate de cáscara con la cubierta de color amarilla obtuvo la mayor altura.

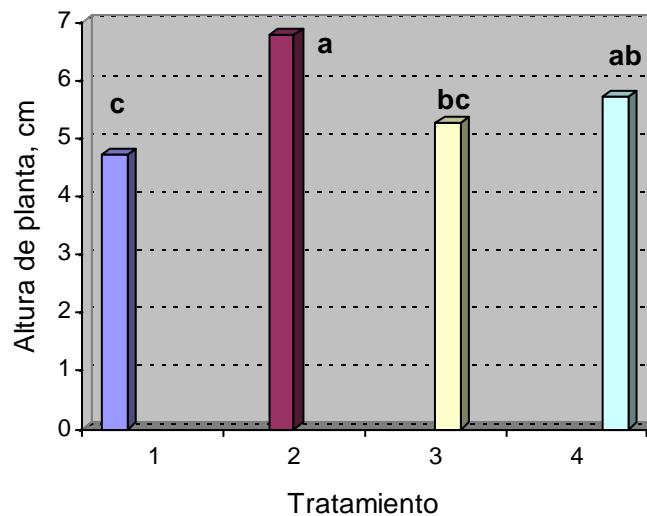


Figura 1. Altura de planta al momento del trasplante, en plántulas de chile ancho por efecto de la cubierta plástica fotoselectiva. 1 = transparente, 2 = amarillo, 3 = blanco, 4 = rojo.

Diámetro de Tallo

En la evaluación realizada para esta variable se encontró diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) entre tratamientos (datos no incluidos). En base a lo anterior se realizó la comparación de medias y el tratamiento que presentó mayor DT fue la cubierta transparente (T_1) superando a la cubierta amarilla (T_2) en un 78.91%. En general, se observó que el tratamiento con mayor DT en la producción de plántulas fue el T_1 seguido por la cubierta roja y blanca (T_4 y T_3) teniendo al T_2 con menos DT en el periodo evaluado (Figura 2).

Lo anterior pudo deberse a que el chile es de clima cálido por lo que al existir mayor temperatura en el interior del macrotúnel se aumenta la agresividad en el crecimiento de la planta en general.

Los resultados obtenidos coinciden con Hoyos (1995), que al trabajar con plántulas de pimiento el mayor diámetro se obtuvo con la cubierta transparente.

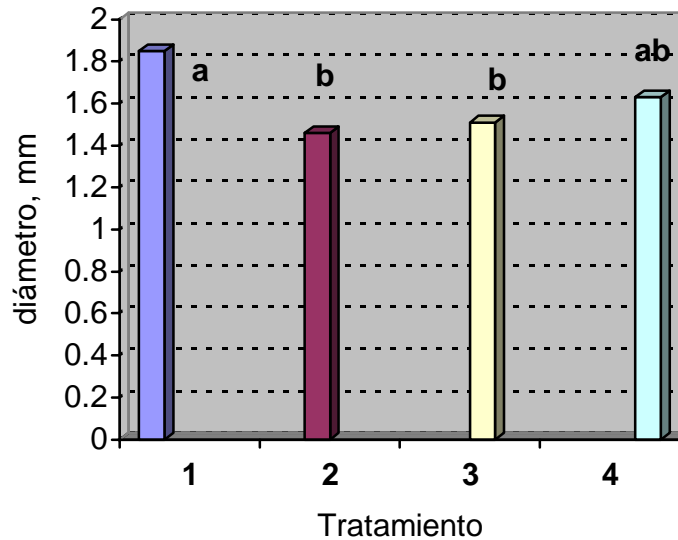


Figura 2. Diámetro de tallo de plántulas de chile ancho por efecto de cubiertas plásticas foselectivas. 1 = transparente, 2 = amarillo, 3 = blanco, 4 = rojo.

Área Foliar

En tres de las evaluaciones realizadas se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) y en dos altamente significativas ($P \leq 0.01$) entre tratamientos (Cuadro 14). De acuerdo a lo anterior se realizó la comparación de medias teniendo que para los 18 y 23 dds los tratamientos con cubiertas amarilla (T_2), blanca (T_3) y roja (T_4) fueron estadísticamente iguales superando a la cubierta transparente (T_1) con 43.44 y 46.34% respectivamente. Para la tercera evaluación el T_2 y T_4 fueron estadísticamente iguales acumulando mayor AF que el T_1 en un 56.75%. En las dos siguientes evaluaciones a los 33 y 38 dds los tratamientos T_2 , T_3 y T_4 fueron estadísticamente iguales superando al T_1 en un 59.04 y 62.39% respectivamente. En las dos últimas evaluaciones

correspondientes a los 45 y 50 dds todos los tratamientos fueron estadísticamente iguales (Cuadro 15).

En general se observa que los tratamientos que presentaron mayor AF fueron el T₂ y T₄ seguido por el T₃ y T₁ para la producción de plántulas en el periodo evaluado.

Los resultados obtenidos pueden ser debido a una mayor difusión de la luz en comparación con las cubiertas de otros colores que no poseen esta capacidad.

Lo anterior concuerda con lo reportado por Robledo *et al.* (2004) indicando que las cubiertas de color amarillo inducen un crecimiento del tallo y parte aérea de las plántulas.

Cuadro 2. Fuentes de variación, grados de libertad, cuadrados medios y significancia en la producción de biomasa fresca total de plantas de chile ancho, en siete fechas de evaluación. UAAAN, 2006.

FV	GL	CUADRADOS MEDIOS						
		18 dds	23 dds	28 dds	33 dds	38 dds	45 dds	50 dds
Trat	3	0.0036**	0.0024**	0.0035*	0.0020 ns	0.0019 ns	0.0042*	0.0132*
Error	12	0.0001	0.0002	0.0007	0.0006	0.0009	0.0012	0.0026
CV, %		12.88	12.64	18.16	14.62	14.72	14.25	16.88

FV = fuente de variación, GL = grados de libertad, Trat = tratamiento, dds = días después de siembra, CV = coeficiente de variación, * = significativo con $P \leq 0.05$,

** = significativo con $P \leq 0.01$.

Cuadro 3. Comparación de medias en la producción de biomasa fresca total de plantas de chile ancho, en siete fechas de evaluación. UAAAN, 2006.

COLOR DE CUBIERTA	FECHA DE EVALUACIÓN, dds						
	18	23	28	33	38	45	50
Transparente	0.0455 B	0.0822 B	0.1074 B	0.1537 A	0.1762 A	0.2084 B	0.2638 B
Amarillo	0.1107 A	0.1319 A	0.1453 AB	0.1769 A	0.2046 A	0.2469 AB	0.3018 B
Blanco	0.0927 A	0.1134 AB	0.1363 B	0.1553 A	0.2030 A	0.2318 B	0.2661 B
Rojo	0.1082 A	0.1355 A	0.1795 A	0.2009 A	0.2290 A	0.2860 A	0.3868 A

dds = días después de siembra, ^z = Valores con la misma letra dentro de columnas, no son estadísticamente diferentes.

Cuadro 4. Fuentes de variación, grados de libertad, cuadrados medios y significancia en la producción de biomasa seca total de plantas de chile ancho, en siete fechas de evaluación. UAAAN, 2006.

FV	GL	CUADRADOS MEDIOS						
		18 dds	23 dds	28 dds	33 dds	38 dds	45 dds	50 dds
Trat	3	0.0000**	0.0000*	0.0001*	0.0000 ns	0.0000 ns	0.0001 ns	0.0005 ns
Error	12	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0002	0.0003
CV, %		13.77	15.33	21.73	19.71	26.92	23.75	24.46

FV = fuente de variación, GL = grados de libertad, Trat = tratamiento, dds = días después de siembra, CV = coeficiente de variación, * = significativo con $P \leq 0.05$,

** = significativo con $P \leq 0.01$.

Cuadro 5. Comparación de medias en la producción de biomasa seca total de plantas de chile ancho, en siete fechas de evaluación. UAAAN, 2006.

COLOR DE CUBIERTA	FECHA DE EVALUACIÓN, dds						
	18	23	28	33	38	45	50
Transparente	0.0083 B	0.0149 B	0.0203 B	0.0342 A	0.0432 A	0.0527 A	0.0675 A
Amarillo	0.0133 A	0.0182 B	0.0285 AB	0.0387 A	0.0477 A	0.0593 A	0.0704 A
Blanco	0.0140 A	0.0188 AB	0.0248 B	0.0349 A	0.0450 A	0.0540 A	0.0581 A
Rojo	0.0169 A	0.0226 A	0.0350 A	0.0399 A	0.0493 A	0.0619 A	0.0862 A

dds = días después de siembra, ^z = Valores con la misma letra dentro de columnas, no son estadísticamente diferentes.

Cuadro 6. Fuentes de variación, grados de libertad, cuadrados medios y significancia en la acumulación de biomasa fresca en el vástago de plantas de chile ancho, en siete fechas de evaluación. UAAAN, 2006.

FV	GL	CUADRADOS MEDIOS						
		18 dds	23 dds	28 dds	33 dds	38 dds	45 dds	50 dds
Trat	3	0.0025**	0.0019**	0.0026*	0.0016 ns	0.0010 ns	0.0011 ns	0.0017 ns
Error	12	0.0001	0.0002	0.0005	0.0005	0.0008	0.0011	0.0020
CV, %		13.81	13.27	19.05	15.10	16.40	16.53	18.36

FV = fuente de variación, GL = grados de libertad, Trat = tratamiento, dds = días después de siembra, CV = coeficiente de variación, * = significativo con $P \leq 0.05$, ** = significativo con $P \leq 0.01$.

Cuadro 7. Comparación de medias en la acumulación de biomasa fresca en el vástago de plantas de chile ancho, en siete fechas de evaluación. UAAAN, 2006.

COLOR DE CUBIERTA	FECHA DE EVALUACIÓN, dds						
	18	23	28	33	38	45	50
Transparente	0.0402 B	0.0685 B	0.0904 B	0.1308 A	0.1502 A	0.1788 A	0.2237 A
Amarillo	0.0949 A	0.1140 A	0.1250 AB	0.1554 A	0.1801 A	0.2176 A	0.2559 A
Blanco	0.0809 A	0.0992 A	0.1169 B	0.1325 A	0.1749 A	0.1971 A	0.2262 A
Rojo	0.0904 A	0.1145 A	0.1530 A	0.1724 A	0.1878 A	0.2078 A	0.2649 A

dds = días después de siembra, ^z = Valores con la misma letra dentro de columnas, no son estadísticamente diferentes.

Cuadro 8. Fuentes de variación, grados de libertad, cuadrados medios y significancia en la acumulación de biomasa seca del vástago de plantas de chile ancho, en siete fechas de evaluación. UAAAN, 2006.

FV	GL	CUADRADOS MEDIOS						
		18 dds	23 dds	28 dds	33 dds	38 dds	45 dds	50 dds
Trat	3	0.0000**	0.0000*	0.0001**	0.0000 ns	0.0000 ns	0.0000 ns	0.0001 ns
Error	12	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0001	0.0001
CV, %		15.61	19.73	25.79	19.18	29.22	27.26	27.78

FV = fuente de variación, GL = grados de libertad, Trat = tratamiento, dds = días después de siembra, CV = coeficiente de variación, * = significativo con $P \leq 0.05$, ** = significativo con $P \leq 0.01$.

Cuadro 9. Comparación de medias en la acumulación de biomasa seca del vástago de plantas de chile ancho, en siete fechas de evaluación. UAAAN, 2006.

COLOR DE CUBIERTA	FECHA DE EVALUACIÓN, dds						
	18	23	28	33	38	45	50
Transparente	0.0047 B	0.0080 B	0.0104 B	0.0197 A	0.0248 A	0.0304 A	0.0372 A
Amarillo	0.0103 A	0.0121 A	0.0180 AB	0.0255 A	0.0310 A	0.0376 A	0.0407 A
Blanco	0.0098 A	0.0125 A	0.0166 AB	0.0211 A	0.0279 A	0.0345 A	0.0364 A
Rojo	0.0111 A	0.0148 A	0.0242 A	0.0260 A	0.0302 A	0.0343 A	0.0489 A

dds = días después de siembra, ^z = Valores con la misma letra dentro de columnas, no son estadísticamente diferentes

Cuadro 10. Fuentes de variación, grados de libertad, cuadrados medios y significancia en la acumulación de biomasa fresca de la raíz de plantas de chile ancho, en siete fechas de evaluación. UAAAN, 2006.

FV	GL	CUADRADOS MEDIOS						
		18 dds	23 dds	28 dds	33 dds	38 dds	45 dds	50 dds
Trat	3	0.0001**	0.0000 ns	0.0001*	0.0000 ns	0.0002**	0.0022**	0.0064**
Error	12	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0004
CV, %		27.31	26.36	20.84	20.80	19.44	21.69	31.91

FV = fuente de variación, GL = grados de libertad, Trat = tratamiento, dds = días después de siembra, CV = coeficiente de variación, * = significativo con $P \leq 0.05$, ** = significativo con $P \leq 0.01$.

Cuadro 11. Comparación de medias en la acumulación de biomasa fresca en la raíz de plantas de chile ancho, en siete fechas de evaluación. UAAAN, 2006.

COLOR DE CUBIERTA	FECHA DE EVALUACIÓN, dds						
	18	23	28	33	38	45	50
Transparente	0.0053 B	0.0137 A	0.0170 B	0.0229 A	0.0259 B	0.0296 B	0.0400 B
Amarillo	0.0157 A	0.0179 A	0.0203 AB	0.0215 A	0.0245 B	0.0293 B	0.0460 B
Blanco	0.0118 AB	0.0142 A	0.0194 B	0.0227 A	0.0281 B	0.0346 B	0.0399 B
Rojo	0.0179 A	0.0210 A	0.0266 A	0.0286 A	0.0412 A	0.0781 A	0.1219 A

dds = días después de siembra, ^z = Valores con la misma letra dentro de columnas, no son estadísticamente diferentes.

Cuadro 12. Fuentes de variación, grados de libertad, cuadrados medios y significancia en la acumulación de biomasa seca de la raíz de plantas de chile ancho, en siete fechas de evaluación. UAAAN, 2006.

FV	GL	CUADRADOS MEDIOS						
		18 dds	23 dds	28 dds	33 dds	38 dds	45 dds	50 dds
Trat	3	0.0000**	0.0000 ns	0.0000 ns	0.0000 ns	0.0000 ns	0.0000 ns	0.0002 ns
Error	12	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
CV, %		17.50	23.35	24.70	24.24	27.87	24.56	24.99

FV = fuente de variación, GL = grados de libertad, Trat = tratamiento, dds = días después de siembra, CV = coeficiente de variación, * = significativo con $P \leq 0.05$,

** = significativo con $P \leq 0.01$.

Cuadro 13. Comparación de medias en la acumulación de biomasa seca en la raíz de plantas de chile ancho, en siete fechas de evaluación. UAAAN, 2006.

COLOR DE CUBIERTA	FECHA DE EVALUACIÓN, dds						
	18	23	28	33	38	45	50
Transparente	0.0036 B	0.0069 A	0.0099 A	0.0145 A	0.0184 A	0.0223 A	0.0302 A
Amarillo	0.0035 B	0.0060 A	0.0105 A	0.0131 A	0.0167 A	0.0217 A	0.0296 A
Blanco	0.0037 B	0.0063 A	0.0081 A	0.0137 A	0.0171 A	0.0195 A	0.0217 A

Rojo	0.0057 A	0.0078 A	0.0108 A	0.0139 A	0.0191 A	0.0276 A	0.0373 A
------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

dds = días después de siembra, ^z = Valores con la misma letra dentro de columnas, no son estadísticamente diferentes.

Cuadro 14. Fuentes de variación, grados de libertad, cuadrados medios y significancia en el área foliar de plantas de chile ancho, en siete fechas de evaluación. UAAAN, 2006.

FV	GL	CUADRADOS MEDIOS						
		18 dds	23 dds	28 dds	33 dds	38 dds	45 dds	50 dds
Trat	3	2.2650**	3.2414**	3.3185*	3.2839*	3.3475*	3.0993 ns	4.8218 ns
Error	12	0.1204	0.1829	0.6359	0.5924	0.8364	1.1704	1.6209
CV, %		14.64	14.39	21.29	17.74	18.86	20.35	20.88

FV = fuente de variación, GL = grados de libertad, Trat = tratamiento, dds = días después de siembra, CV = coeficiente de variación, * = significativo con $P \leq 0.05$, ** = significativo con $P \leq 0.01$.

Cuadro 15. Comparación de medias en la acumulación de área foliar en plantas de chile ancho, en siete fechas de evaluación. UAAAN, 2006.

COLOR DE CUBIERTA	FECHA DE EVALUACIÓN, dds						
	18	23	28	33	38	45	50
Transparente	1.26 B	1.71 B	2.52 B	3.10 B	3.55 B	4.14 A	4.52 A
Amarillo	2.90 A	3.55 A	4.44 A	5.25 A	5.69 A	6.27 A	6.94 A
Blanco	2.55 A	2.93 A	3.58 AB	4.37 A	5.04 A	5.34 A	6.19 A
Rojo	2.77 A	3.69 A	4.43 A	4.63 A	5.11 A	5.51 A	6.73 A

dds = días después de siembra, ^z = Valores con la misma letra dentro de columnas, no son estadísticamente diferentes

CONCLUSIONES

En el planteamiento de la hipótesis se dice que la distribución de biomasa se altera con el uso de cubiertas fotoselectivas en la producción de plántula de chile ancho la cual resulta cierta ya que influye fuertemente en el desarrollo de la plántula.

Las cubiertas de color rojo y amarillo influyeron favorablemente en el aumento de biomasa en las variables estudiadas por lo que permiten la obtención de trasplantes de chile ancho de mayor calidad.

La cubierta transparente presentó menor acumulación de biomasa por lo que no se recomienda para la producción de trasplantes de chile ancho.

Las cubiertas fotoselectivas, al menos para las condiciones en las que se realizó este trabajo, parecen ser una buena alternativa para producir trasplantes de chile de calidad. Esto, en comparación con los trasplantes que se producen bajo cubierta transparente convencional.

La disminución de la radiación fotosintéticamente activa por el uso de cubiertas fotoselectivas no implica reducción en la producción de biomasa.

LITERATURA CITADA

Aserca. 2000. Claridades Agropecuarias.. El Melón, ejemplo de tecnología aplicada. Agosto. México, D.F. 48 p.

Bueno A., J. 1984 Filmes de PVC para usos agrícolas. Revista Plásticos Modernos. No. 333. Marzo, 1984. España.

Catalina, F., Santamaría, R., Salmerón, A and Espi, E. 2000. Filmes fotoselectivos agrícolas para el control de la fotomorfogénesis de los cultivos. Revista Plásticos Modernos 80. No. 531: 290-97.

Daponte F., T. L. and P. Verschaeren. 1994. New photoselective films for use in hort-and agriculture. 13th International Congress of CIAPA (Comite International des Plastiques en Agriculture), 8-11 March, 1994. Verona, Italia.

Daza, C., A. 1994. Respuesta de Plántulas de Coliflor *Brassica oleracea* var. Botrytis bajo Cubiertas Plásticas de Colores en Microtúneles. Tesis de Licenciatura U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coahuila.

De Santiago, J. 2006. Producción especializada de trasplantes. Revista Productores de hortalizas. No. 9. Septiembre 2006. México. p. 64.

Decoteau D., R. and H. Friend. 1991. Plant responses to wavelength selective mulches and row covers: a discussion of light effects on plants. 23rd National Agricultural Plastics congress. American Society for Plasticulture. Edited by James E. Brown. Sept. 29 – Oct. 3., 1991. Mobile, Alabama.

Domínguez R., A. 2005. Uso de Cubiertas Fotoselectivas para la Producción de Plántulas de Hortalizas. Tesis de Maestría. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila.

Greenleaf, W.H. 1986. Pepper Breeding. In: J.B. Mark (Ed.). Breeding Vegetable Crops. Avi Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut

- Hernández D., J., Robledo T. V., Benavides M. A., Ramírez R. H., Z. Villa V., Flores V. J. and R. K. Maiti. 2004. Use of photoselective plastic covers for the control of photomorphogenesis in trasplanted horticultural crops. *Crop Research* Vol. 28 (1,2 & 3):50-59.
- Hoyos E., P. 1995. Parámetros de Calidad en Plántulas Hortícolas. II Jornadas Sobre Semillas Hortícolas. Ed. Dirección General de la Producción Agraria 35/96. Congresos y Jornadas, Almería, España. 278 p.
- Ibarra J., L. 1997. Acolchado de suelos. In: Curso Nacional de Plásticos en la Agricultura. UAAAN-CIQA. Saltillo, Coahuila, México.
- Juárez de la C., A. 2000. Influencia de la Solución Nutritiva en la Producción de Plántulas de Melón (*Cucumis melo* L.). Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México pp.8-27.
- Maroto B., J. V. 1983. Horticultura herbácea especial. Ediciones Mundi.Prensa. Madrid, España.
- Matallana G., A. and Montero C. J. I. 1989. Invernaderos: Diseño, Construcción y Ambientación. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. 159 p.
- Mendoza H., J. M. 1983. Diagnóstico Climático para la zona de Influencia Inmediata a la UAAAN.
- Muñiz V., A. 1994. Producción de Planta de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo Cubiertas Plásticas de Colores. Tesis de Licenciatura. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coahuila.
- Organización de las Naciones Unidas (FAO). 2006. http://www.fao.org/index_es.htm
- Papaseit, P., J. Badiola y E. Armaguel. 1998. Los plásticos en la agricultura. Editorial de hortalizas.
- Pérez V., O. 2003. Evaluación de Sólido de Vermicomposta como Sustrato para la Producción de Plántula. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México. pp. 30-31.

- Pickersgill, B.1989. Genetic resources of Capsicum for tropical regions. In: Tomatoe and peppers production in the tropics. Proceedings of the International Symposium on Integrated Management Practices. AVRDC. Tainan, Taiwan 21-26 march 1988.
- Premier Pro-Mix. 2003. Pro-mix PGX. Sustrato de cultivo para siembra y germinación. Ficha técnica.
- Quezada M., R. 1997. Evaluación de Cuatro Variedades de Pepino (*Cucumis sativus* L.) Bajo Técnicas de Plasticultura. IV Congreso Nacional de Horticultura de la SOMECH. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Ramírez V., R. R., S. Sánchez y F. Orona. 1992. Películas fotoselectivas para uso agrícola a base de mezclas de polietilenos. Estudio del efecto de pigmentos sobre envejecimiento. Comité Español de Plásticos en Agricultura (CEPLA). 1992. XII Congreso Internacional de Plásticos en Agricultura. 3-8 de Mayo, 1992. Granada, España.
- Robledo de P., F. y L. Marín. 1981. Aplicación de los plásticos en la agricultura 2ª edición. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España. 571p.
- Robledo T., V., Hernández D. J., Benavides M. A., Ramírez M. H., Ramírez G. F. (2002). El uso de cubiertas plásticas de colores sobre la producción de lechuga (*Lactuca sativa* L.). Revista Agrofaz 2:45-50.
- Rodríguez P., A. 1991. Semiforzado de cultivos mediante uso de plásticos. Editorial Limusa. Primera Edición. Impreso en México.
- Rosa E. 1996. Evolución de los Sistemas de Producción de Plantines. Horticultura Internacional. No. 12 pp. 24-26. España.
- Samaniego C. E., M.R. Quezada-M., M. de la Rosa- I., J Munguía-L., A. Benavides-M. & L. Ibarra-J. (2002). Producción de plántulas de tomate & pimiento con cubiertas de polietileno reflejantes para disminuir la temperatura en invernadero. Agrociencia, 36: 305-18

- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2006. Producción de chile verde temporada primavera.
- Serrano C., Z. 1990. Producción en invernadero. Editorial Mundi-Prensa, España. 644p.
- Torres R., E. 1984. Agrometeorología. Editorial DIANA, S.A. México.
- Valadez L., A. 1993. Producción de Hortalizas. Editorial Limusa. Tercera edición. Impreso en México.
- Wageningen T. 1994. Por aquí empieza una buena semilla. Revista Horticultura No. 99. España.
- Zarka Y. 1992. Películas fotoselctivas y fluorescentes en plasticultura. CEPLA, Comité Español de Plásticos en Agricultura. 3-8 de Mayo, 1992. Granada, España.

