

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



**Influencia de Películas Foselectivas en la Acumulación de
Biomasa y Calidad de Trasplantes de Calabacita
(*Cucurbita pepo* L.)**

POR:

DEYSI ÁLVAREZ RAMOS

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 Calabacita
(*Cucurbita pepo* L.)**

Por

Deysi Álvarez Ramos

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

DEDICATORIAS

A MIS PADRES:

Ismael Álvarez Sánchez (†)

Gloria Ramos de la Piedra

Dedicarles este trabajo realmente es muy poco de lo mucho que les agradezco y una manera mas de decirles cuanto los quiero, admiro y respeto. Realmente no tengo palabras para agradecer todo lo maravilloso que me han dado, todo el cariño, la confianza, el respeto, los valores que me forjaron para ser una mujer de bien y sobre todo por darme la oportunidad de vivir y saber lo que es amar a unos padres como lo son ustedes. Dedicado con todo mi amor a la memoria de mi padre por ser quien ilumina nuestro hogar, porque siempre estará en mi mente y en mi corazón.

A MI HERMANA:

Lorena Álvarez Ramos

Con todo mi cariño, admiración y respeto, por su apoyo incondicional en cada momento de mi vida, por la confianza que depositó en mi y por enseñarme el amor fraternal.

A MIS ABUELITOS:

Hermilo Ramos Flores

Deifilia de la Piedra Vázquez

Les doy las gracias por haberme educado todo este tiempo, por brindarme su cariño, apoyo y respeto, porque con su ejemplo me enseñaron a salir adelante en todo momento y no dejarme vencer en los momentos difíciles, con todo mi amor a quienes admiro y respeto.

A MIS TÍOS Y PRIMOS

Quienes de una forma u otra me motivaron a salir adelante en mi carrera, dándome ánimos y por brindarme su apoyo, especialmente con mucho cariño a la memoria de mi prima **Nery Ramos Arroyo**, porque gracias a sus consejos seguí adelante, te llevo en mi mente y en mi corazón, en verdad te estaré eternamente agradecida.

A MIS SOBRINOS

Porque con su presencia alegran nuestras vidas, dándonos muestras de cariño y amor.

A MI CUÑADO:

Oscar Horacio Grajales Ruíz

Con inmenso respeto y cariño, por su gran apoyo durante toda mi carrera y por formar parte de nuestra familia.

A MI NOVIO:

Mauricio López Arroyo

Con todo mi amor, por ser mi compañero de inolvidables momentos, por su apoyo, comprensión, por su gran confianza en mí para librar los retos que se me presentan en la vida y lo más importante por todo el amor que me ha dado en todo este tiempo que llevamos juntos.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS:

Gracias por darme la oportunidad de vivir esta vida, por los padres tan maravillosos que me diste y una hermana inigualable, por enseñarme que el camino solo se puede recorrer con fé, cariño, comprensión y por no dejarme sola en los momentos más difíciles y tristes de mi vida, por enseñarme que en cada paso que doy estas conmigo iluminando mi camino a seguir.

A MI ALMA MATER:

Eternamente estaré agradecida por recibirme con las puertas abiertas y poder estudiar mi carrera en esta gloriosa institución, así como recibir los conocimientos que me ayudaron a abrirme paso de ahora en adelante.

AL DR. JOSÉ HERNÁNDEZ DÁVILA:

Le agradezco por haberme brindado la oportunidad de hacer este trabajo de investigación, por su apoyo incondicional en la elaboración del mismo y sobre todo por ser un gran amigo, gracias por sus consejos y por su tolerancia para conmigo.

A MIS SINODALES:

Dr. Valentín Robledo Torres, Dr. Homero Ramírez R., Ing. Elyn Bacópulos Téllez, por su ayuda en la revisión y asesoría en la elaboración de este trabajo, les agradezco el haberme brindado su amistad.

A MIS MAESTROS:

Por ser parte fundamental en mi formación, gracias por su tolerancia y paciencia en cada clase, por brindarme su amistad, cariño y confianza a lo largo de mi carrera, siempre los recordaré.

AL DEPTO. DE HORTICULTURA

A todos los que en el colaboran quienes aportaron su granito de arena durante toda mi carrera así como en la elaboración de este trabajo.

A MIS COMPAÑEROS:

Gracias a todos mis compañeros de la Generación CII por formar una bonita amistad, que en realidad pido a Dios sea duradera, especialmente con mucho cariño a Berta Cruz García, Ana Lilian Recinos Díaz, Jorge Iván Pérez García, Isaí Abdiel González Santizo, Rosemberg Velasco Velasco, por compartir momentos inolvidables y por su gran apoyo que siempre me han brindado, los recordaré con un gran cariño y afecto.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
ÍNDICE DE CUADROS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
INTRODUCCIÓN	1
REVISIÓN DE LITERATURA	3
Origen e Historia.....	3
Descripción Botánica.....	3
Importancia Económica	4
Importancia de los Plásticos en la Agricultura.....	5
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 Foselectivas....	14
Calidad de la Luz.....	14
La Luz como Factor Morfogénético.....	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.....	31
Biomasa Seca de la Raíz.....	32
Diámetro del Tallo	32
Área Foliar	32
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
Biomasa Fresca Total.....	33
Biomasa Seca Total.....	34
Biomasa Fresca del Vástago.....	36
Biomasa Seca del Vástago.....	38
Biomasa Fresca de la Raíz.....	39
Biomasa Seca de la Raíz.....	41
Diámetro de Tallo.....	43
Área Foliar	44
CONCLUSIONES.....	46
LITERATURA CITADA.....	47

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 calabacita, en cuatro fechas de evaluación. UAAAN, 2006.....	34
Cuadro 3. Comparación de medias en la producción de biomasa fresca total de plantas de calabacita, en cuatro 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 calabacita, en cuatro fechas de evaluación. UAAAN, 2006.....	35
Cuadro 5. Comparación de medias en la producción de biomasa seca total de plantas de calabacita, en cuatro fechas de evaluación. UAAAN, 2006.....	36
Cuadro 6. Fuentes de variación, grados de libertad, cuadrados medios y significancia en la acumulación de biomasa fresca del vástago de plantas de calabacita, en cuatro fechas de evaluación. UAAAN, 2006.....	37
Cuadro 7. Comparación de medias en la acumulación de biomasa fresca del vástago de plantas de calabacita, en cuatro fechas de evaluación. UAAAN, 2006.....	37
Cuadro 8. Fuentes de variación, grados de libertad, cuadrados medios y significancia en la acumulación de biomasa seca del vástago de plantas de calabacita, en cuatro fechas de evaluación. UAAAN, 2006.....	39

Cuadro 9.	Comparación de medias en la acumulación de biomasa seca del vástago de plantas de calabacita, en cuatro fechas de evaluación. UAAAN, 2006.....	39
Cuadro 10.	Fuentes de variación, grados de libertad, cuadrados medios y significancia en la acumulación de biomasa fresca de la raíz de plantas de calabacita, en cuatro fechas de evaluación. UAAAN, 2006.....	41
Cuadro 11.	Comparación de medias en la acumulación de biomasa fresca de la raíz de plantas de calabacita, en cuatro fechas de evaluación. UAAAN, 2006.....	41
Cuadro 12.	Fuentes de variación, grados de libertad, cuadrados medios y significancia en la acumulación de biomasa seca de la raíz de plantas de calabacita, en cuatro fechas de evaluación. UAAAN, 2006.....	42
Cuadro 13.	Comparación de medias en la acumulación de biomasa seca de la raíz de plantas de calabacita, en cuatro fechas de evaluación. UAAAN, 2006.....	43
Cuadro 14.	Fuentes de variación, grados de libertad, cuadrados medios y significancia en el área foliar de plantas de calabacita, en cuatro fechas de evaluación. UAAAN, 2006.....	45
Cuadro 15.	Comparación de medias en la acumulación de área foliar en plantas de calabacita, en cuatro fechas de evaluación. UAAAN, 2006.....	45

ÍNDICE DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1.	Diámetro de tallo de plántulas de calabacita por efecto de cubiertas plásticas fotoselectivas. 1 = transparente, 2 = amarillo, 3 = blanco, 4 = rojo. UAAAN, 2006.....	44

INTRODUCCIÓN

La calabacita es una de las hortalizas más importantes en México por la superficie sembrada y por su alta rentabilidad, fácil manejo y gran demanda de mano de obra (Faxa, 2000). Esta hortaliza se cultiva ampliamente en nuestro país, de ella se consumen los frutos tiernos, siendo un alimento muy importante dentro de la gastronomía mexicana, en forma muy reducida se consumen los tallos y las hojas frescas (INEGI, 1998).

En la actualidad, la calabacita se ha convertido en un producto de exportación permitiendo con ello generar divisas. Los principales países importadores de esta hortaliza son: EE.UU., Japón, Francia, Alemania y Canadá. Por el lado de los oferentes, más del 85% de las exportaciones se concentran en tres países, que son México, España y Nueva Zelanda (ASERCA, 1999).

En México existe condiciones climáticas propicias para obtener una buena producción, pero existen factores climáticos como son: heladas y granizadas, así como también incidencia de plagas y enfermedades que afectan fuertemente al cultivo durante la etapa de plántula provocando pérdidas considerables en la producción.

Por lo que se han empleado técnicas para contrarrestar lo anterior como el uso de invernaderos y macrotúneles en la producción de plántula utilizando plásticos con características espectrales especiales en donde se incrementa la calidad en la producción de plántulas; sin embargo, aún existe poca información respecto al uso de cubiertas en la producción de plántulas para el trasplante.

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 y cambian 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. Además, el uso de las cubiertas plásticas parece no influir en la salida

termal en el invernadero por el uso de plásticos transparentes diferentes (Hernández *et al.*, 2004).

Por lo antes mencionado se deben realizar trabajos para la producción de plántulas bajo macrotúneles empleando diferentes tipos de cubiertas que permitan un apropiado desarrollo de aquellas en condiciones favorables obteniendo de esta manera mejor calidad de plántula.

OBJETIVOS

- 1.- Estudiar la respuesta en la acumulación de biomasa en plántulas de calabacitas bajo diferentes cubiertas fotoselectivas.
- 2.- Determinar el color de película que tenga mayor efecto sobre la calidad de plántula de calabacita.

HIPÓTESIS

La acumulación de biomasa se altera con el uso de cubiertas fotoselectivas para la producción de plántula de calabacita. Al menos una de las películas fotoselectivas provocará sobre las plántulas un efecto positivo en cuanto a calidad de plántula de calabacita.

REVISIÓN DE LITERATURA

Origen e Historia

Whitaker y Davis citados por Casseres (1984), mencionan que la calabacita estaba ampliamente distribuida por el norte de México y el sur de los Estados Unidos, desde hace 7000 años a. C.

Valadez (1998), considera que es originaria de México y América Central donde fue difundida a América del Norte y del Sur, remontándose sus orígenes a el año 7000 a. C.

Descripción Botánica

La calabacita *Cucurbita pepo* L. es una planta herbácea, anual, monoica y erecta. Los tallos son erectos, angulares; es decir con cinco bordes o costillas cubiertos de vellosidades. Las hojas se sostienen por medio de pecíolos, largos y huecos. Las flores masculinas siempre aparecen primero, tienen un tallo o pedúnculo largo y delgado, notoriamente diferentes a las femeninas que se caracterizan por ser flores grandes, de pecíolo corto. Los pétalos de ambas flores son de color amarillo anaranjado (Faxe, 2000).

Montes (1980), indica que el fruto es una baya pepónide, de color blanquecino a ligeramente amarillo en la parte interior, y en el exterior de color verdiblanco, siendo el pedúnculo prismático y de cinco ángulos que llegan a ser en muchos casos costillas o bordes salientes fuertemente aguzadas.

Ruíz (1979), menciona que las semillas de la calabacita, también llamadas pepitas son de color blanco grisáceo uniforme y están provistas de un borde ancho, su tamaño varía de acuerdo a la variedad.

Importancia Económica

Con respecto a las cucurbitáceas, la calabacita ocupa el primer lugar por superficie sembrada, debido a su alta redituabilidad, fácil manejo y gran demanda de mano de obra (Valadez, 1998).

El comportamiento de las exportaciones de calabacita ha ido en aumento, así por ejemplo, para 1991 se generaron 80.6 millones de dólares, en 1995 tuvo un incremento del 73.2% y para el año 2000 la venta total de calabacitas subió a 252.1 millones de dólares (De Santiago, 2001).

En el ciclo otoño – invierno se concentra la mayor parte de la producción de calabacita tierna, porque se genera la oferta de exportación. Durante 1990 se exportaron 74,681 ton representando el 95% del total de las importaciones de Estados Unidos respecto a este cultivo (Castaños, 1993).

En el ámbito nacional, el valor de la producción hortícola representa el 14% de la producción del sector. En México, se siembran alrededor de 512,000 hectáreas de hortalizas, lo que equivale a un 3.5% de la superficie agrícola nacional y se obtiene una producción de 8 millones de toneladas, o sea un 9.4% de la producción del sector.

En el estado de Coahuila, la superficie sembrada de calabacita para el ciclo P-V del 2006 fue de 72 ha, obteniéndose una producción de 1,212 ton lo que significa un rendimiento de $16.83 \text{ ton ha}^{-1}$. En tanto que para el ciclo O-I del 2006, la SAGARPA reporta 18 ha sembradas con una producción estimada de 441 ton para un rendimiento de 24.5 ton ha^{-1} . Esto incluye superficie de riego más la de temporal (SIAP, 2006).

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 CO_2 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 Fotoselectivas

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 fotoselectivas 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, 1981; 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 acercan 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 básiates.

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 pocas 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 silicea 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 cubierta fotoselectiva 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.

Cuadro 1. Índice de transmisividad y reflectividad de la radiación solar total incidente y radiación fotosintéticamente activa de las cubiertas plásticas foselectivas. UAAAN, 2005.

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

Robledo *et al.* (2004), trabajó con microtúneles con cubiertas foselectivas 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 el que produjo 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.

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.

Ledesma (1994), en la producción de plántula de brócoli en microtúneles, encontró que el mejor tratamiento para el mayor número de hojas fue la cubierta de PVC de color blanco, siguiendo el tratamiento con la cubierta roja y por último el tratamiento testigo, sin microtúnel y la cubierta naranja quienes presentaron el menor número de hojas.

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

La variedad comercial utilizada fue Zucchini Gray, que se caracteriza por presentar fruto de color verdoso con manchas grises, presentando únicamente un tallo en forma cilíndrica y erecta, de una longitud que varía entre los 15-22 cm, la carne es de color verdosa. Esta variedad es de ciclo corto y de alta adaptación a diversas regiones, así como muy productiva (Faxa, 2000).

Material para la Siembra

- Semillas de calabacita
- Peat moss (60%)
- Perlita (40%)
- Charola de 60 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:

T_1 = PE Transparente

T_2 = PE Amarillo

T_3 = PE Blanco

T_4 = 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, 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 60 cavidades y como sustrato se utilizó Peat moss (60%) y Perlita (40%). El material vegetativo fue la semilla de calabacita var. Zucchini Gray.

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 trasplante 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 nutrientes 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 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 cuatro evaluaciones en el mes de abril cada cinco días para la parte fresca y cinco días después de las 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 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 Fresca de la Raíz (g)

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

Biomasa Seca de la Raíz (g)

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

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 dos de las cuatro evaluaciones que se realizaron se encontró diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre tratamientos (Cuadro 2). En base a lo anterior se realizó la comparación de medias, en la primera evaluación a los 18 dds el que presentó mayor BFT fue la cubierta transparente (T_1) y el tratamiento menor fue la cubierta amarilla (T_2) en un 68.07% con respecto al T_1 . En la evaluación realizada a los 23 dds el T_1 y la cubierta roja (T_4) superaron a la cubierta blanca (T_3) con 80.22% quien presentó menor BFT. Para la siguiente evaluación correspondiente a los 28 dds todos los tratamientos fueron estadísticamente iguales. En la última fecha evaluada a los 33 dds el T_3 manifestó mayor BFT con respecto al T_4 en un 78.99% (Cuadro 3). En general, se observa que para la producción de plántulas el T_3 y T_1 son estadísticamente iguales seguido por el T_4 y el que manifestó menor BFT fue T_2 en la producción de BFT durante el periodo evaluado.

Esto puede deberse a que la cubierta transparente deja pasar mayor cantidad de luz aumentando considerablemente la temperatura por lo que se acelera el crecimiento en la raíz a diferencia de la cubierta blanca que influye modificando la organogénesis de la planta, favoreciendo una diferenciación celular hacia mayor producción de biomasa del vástago.

Estos resultados coinciden con los datos reportados por Hoyos (1995), donde al trabajar con plántulas de pepino encontró que la mayor acumulación de BFT lo obtuvieron las producidas bajo cubierta transparente seguida por la cubierta roja.

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

FV	GL	CUADRADOS MEDIOS			
		18 dds	23 dds	28 dds	33 dds
Trat	3	0.362*	0.351**	0.388ns	0.733*
Error	12	0.081	0.048	0.218	0.173
CV, %		17.58	8.88	15.40	11.23

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 calabacita, en cuatro fechas de evaluación. UAAAN, 2006.

COLOR DE CUBIERTA	FECHA DE EVALUACIÓN, dds			
	18	23	28	33
Transparente	2.033 A	2.741 A	3.236 A	3.968 AB
Amarillo	1.384 B	2.246 B	2.693 A	3.399 BC
Blanco	1.408 B	2.199 B	3.533 A	4.179 A
Rojo	1.653 AB	2.728 A	2.853 A	3.301 C

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

Biomasa Seca Total

En las dos primeras evaluaciones realizadas se encontraron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) entre tratamientos (Cuadro 4). De acuerdo a lo anterior, se realizó la comparación de medias y en la evaluación a los 18 dds el que presentó mayor BST fue la cubierta transparente (T_1) y para la cubierta blanca y amarilla (T_3 y T_2) tuvieron menor BST con 36.45% con respecto al T_1 .

Para la segunda fecha de evaluación que corresponde a los 23 dds el T₁ superó al resto de los tratamientos con 58.77%. En la siguiente evaluación a los 28 dds todos los tratamientos se comportaron estadísticamente iguales. Finalmente en la última evaluación a los 33 dds el T₁ presentó mayor BST superando a la cubierta roja (T₄) con 73.13% (Cuadro 5). En general, se observa que para la acumulación de BST los resultados obtenidos son iguales al de la BFT en la producción de plántulas en el periodo evaluado.

Puede ser que estos resultados se deban a la modificación de las características radiométricas de la luz solar que permiten modificar el comportamiento de los cultivos logrando con esto un mayor rendimiento.

Estos resultados coinciden con los datos reportados por Hoyos (1995), donde al trabajar con plántulas de pepino encontró que la mayor acumulación de BST lo obtuvieron las producidas bajo cubierta transparente seguida por la cubierta roja.

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

FV	GL	CUADRADOS MEDIOS			
		18 dds	23 dds	28 dds	33 dds
Trat	3	0.054**	0.045**	0.019ns	0.029*
Error	12	0.000	0.002	0.009	0.007
CV, %		10.61	12.70	20.68	14.71

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 calabacita, en cuatro fechas de evaluación. UAAAN, 2006.

COLOR DE CUBIERTA	FECHA DE EVALUACIÓN, dds			
	18	23	28	33
Transparente	0.406 A	0.524 A	0.575 A	0.685 A
Amarillo	0.168 C	0.309 B	0.438 A	0.501 B
Blanco	0.148 C	0.308 B	0.477 A	0.598 AB
Rojo	0.232 B	0.314 B	0.417 A	0.510 B

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

Biomasa Fresca del Vástago

En la primera y última evaluación realizada se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre tratamientos (Cuadro 6). Con base a lo anterior, se realizó la comparación de medias, para la primera evaluación a los 18 dds la cubierta transparente (T_1) presentó mayor BFV y el tratamiento menor fue la cubierta blanca (T_3) con un 75.35% con respecto al T_1 . En la evaluación realizada a los 23 dds la cubierta amarilla (T_2), blanca y roja (T_4) fueron estadísticamente iguales superando al T_1 con 76.83% quien acumuló menor BFV. En la tercera evaluación correspondiente a los 28 dds todos los tratamientos fueron estadísticamente iguales. Para la última fecha correspondiente a los 33 dds la cubierta blanca presentó más BFV que la cubierta roja con 69.75% (Cuadro 7). Finalmente se observó que el tratamiento que acumuló mayor BFV en la producción de plántulas fue el T_3 seguido por el T_2 y T_4 , observando que el T_1 fue el que acumuló menor BFV en el periodo evaluado.

Esto puede deberse a que el color blanco influyó modificando la organogénesis de la planta, favoreciendo una diferenciación celular hacia mayor producción de biomasa.

Estos resultados coinciden con los reportados por Ledesma (1994), en el cultivo de brócoli, en donde el mejor tratamiento fue la cubierta de PVC de color blanco.

Cuadro 6. Fuentes de variación, grados de libertad, cuadrados medios y significancia en la acumulación de biomasa fresca del vástago de plantas de calabacita, en cuatro fechas de evaluación. UAAAN, 2006.

FV	GL	CUADRADOS MEDIOS			
		18 dds	23 dds	28 dds	33 dds
Trat	3	0.116*	0.158**	0.160ns	0.523*
Error	12	0.027	0.020	0.089	0.107
CV, %		13.64	8.35	15.55	13.83

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 del vástago de plantas de calabacita, en cuatro fechas de evaluación. UAAAN, 2006.

COLOR DE CUBIERTA	FECHA DE EVALUACIÓN, dds			
	18	23	28	33
Transparente	1.412 A	1.413 B	1.768 A	2.235 BC
Amarillo	1.074 B	1.839 A	1.955 A	2.490 AB
Blanco	1.064 B	1.739 A	2.199 A	2.804 A
Rojo	1.294 AB	1.827 A	1.784 A	1.956 C

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

Biomasa Seca del Vástago

En tres de las cuatro evaluaciones realizadas se encontraron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) entre los tratamientos (Cuadro 8). Con respecto a lo anterior, se llevó a cabo la comparación de medias, en la primera evaluación realizada a los 18 dds la cubierta transparente (T_1) superó al resto de los tratamientos, quienes fueron estadísticamente iguales, en un 47.42%. En la evaluación correspondiente a los 23 dds el T_1 nuevamente presentó mayor BSV con 63.89% con respecto a los demás tratamientos, estadísticamente iguales. En la siguiente evaluación a los 28 dds todos los tratamientos fueron estadísticamente iguales. Por último a los 33 dds el T_1 y la cubierta amarilla (T_2) manifestaron más BSV que la cubierta roja (T_4) con 66.29% (Cuadro 9). De forma general el T_1 acumuló mayor BSV para la producción de plántulas seguido por la cubierta blanca (T_3) y T_2 considerando al T_4 con menor BSV en el periodo evaluado.

Se sabe que el incremento en la temperatura dentro de ciertos rangos acelera procesos fisiológicos que podrían suponer incrementos en la absorción de agua y sales minerales y crecimiento y desarrollo.

Estos resultados concuerdan con los reportados por Hoyos (1995), quien trabajando con plántulas de pepino encontró que la mayor producción de biomasa seca se tiene con la cubierta transparente.

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

FV	GL	CUADRADOS MEDIOS			
		18 dds	23 dds	28 dds	33 dds
Trat	3	0.008**	0.010**	0.002ns	0.012**
Error	12	0.000	0.000	0.003	0.000
CV, %		10.00	10.76	20.95	6.34

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 calabacita, en cuatro fechas de evaluación. UAAAN, 2006.

COLOR DE CUBIERTA	FECHA DE EVALUACIÓN, dds			
	18	23	28	33
Transparente	0.194 A	0.277 A	0.293 A	0.362 A
Amarillo	0.099 B	0.177 B	0.266 A	0.295 B
Blanco	0.092 B	0.169 B	0.316 A	0.347 A
Rojo	0.115 B	0.179 B	0.271 A	0.240 C

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

Biomasa Fresca de la Raíz

En las cuatro evaluaciones realizadas se encontraron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) entre los tratamientos (Cuadro 10). De acuerdo a lo anterior se realizó la comparación de medias y en la evaluación realizada a los 18 dds el tratamiento que presentó mayor BFR fue la cubierta

transparente (T_1) superando al resto de los tratamientos, estadísticamente iguales, con 49.91%. Para la segunda fecha de evaluación que corresponde a los 23 dds el T_1 superó a la cubierta amarilla y blanca (T_2 y T_3) con 30.64%. En la siguiente evaluación a los 28 dds el T_1 acumuló más BFR que el T_2 con 50.20%. Finalmente a los 33 dds el T_1 presentó más BFR con 51.90% que el tratamiento menor T_2 (Cuadro 11). En general, se observó que el tratamiento para acumular mayor BFR en la producción de plántulas fue el T_1 seguido por la cubierta roja y amarilla (T_4 y T_2) considerando a la cubierta blanca como el tratamiento que acumuló menor BFR en el periodo evaluado.

Esto puede deberse a que esta cubierta deja pasar mayor cantidad de luz aumentando considerablemente la temperatura por lo que se acelera el crecimiento en toda la planta.

Estos resultados difieren con lo obtenido por Hoyos (1995), quien trabajando con plántulas de pepino encontró que para esta variable BFR se favoreció con la cubierta roja. Lo anterior puede deberse porque durante el trabajo de investigación se presentaron diferentes condiciones ambientales en cada región lo cual se vió reflejada en la acumulación de BFR aunque son especies que pertenecen a la misma familia y se supone que tienen un comportamiento similar.

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

FV	GL	CUADRADOS MEDIOS			
		18 dds	23 dds	28 dds	33 dds
Trat	3	0.081**	0.741**	0.361**	0.466**
Error	12	0.004	0.016	0.039	0.064
CV, %		17.22	16.36	17.89	19.03

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 de la raíz de plantas de calabacita, en cuatro fechas de evaluación. UAAAN, 2006.

COLOR DE CUBIERTA	FECHA DE EVALUACIÓN, dds			
	18	23	28	33
Transparente	0.621 A	1.328 A	1.468 A	1.734 A
Amarillo	0.310 B	0.407 C	0.737 B	0.900 B
Blanco	0.344 B	0.459 C	1.154 AB	1.376 AB
Rojo	0.360 B	0.901 B	1.060 AB	1.345 AB

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

Biomasa Seca de la Raíz

En las cuatro evaluaciones realizadas se encontraron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) entre los tratamientos (Cuadro 12). Con base a lo anterior, se llevó a cabo la comparación de medias, en la primera evaluación a los 18 dds el tratamiento que manifestó más BSR fue la cubierta

transparente (T₁) superando a la cubierta amarilla y blanca (T₂ y T₃) en un 25.11%. En las siguientes evaluaciones correspondientes a los 23, 28 y 33 dds el T₁ acumuló mayor BSR en un 53.03%, 64.53% y 63.77% respectivamente que el resto de los tratamientos quienes se comportaron estadísticamente iguales (Cuadro 13). Finalmente se observa que el tratamiento con mayor acumulación de BSR para la producción de plántulas fue el T₁ seguido por la cubierta roja (T₄) y por último T₃ y el T₂ durante el periodo evaluado.

Esto puede deberse a que esta cubierta deja pasar mayor cantidad de luz aumentando considerablemente la temperatura por lo que se acelera el crecimiento en toda la planta.

Estos resultados concuerdan con lo obtenido por Hoyos (1995), quien trabajando con plántulas de pepino encontró que para esta variable de BSR se favoreció con las cubiertas transparente y rosado quienes se comportaron estadísticamente iguales.

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

FV	GL	CUADRADOS MEDIOS			
		18 dds	23 dds	28 dds	33 dds
Trat	3	0.023**	0.012**	0.008**	0.013**
Error	12	0.000	0.000	0.001	0.000
CV, %		13.69	18.01	15.14	11.73

FV = fuente de variación, GL = grados de libertad, Trat = tratamiento, dds = días después de siembra

CV = coeficiente de variación, * = significativo con P ≤ 0.05, ** = significativo con P ≤ 0.01.

Cuadro 13. Comparación de medias en la acumulación de biomasa seca de la raíz de plantas de calabacita, en cuatro fechas de evaluación. UAAAN, 2006.

COLOR DE CUBIERTA	FECHA DE EVALUACIÓN, dds			
	18	23	28	33
Transparente	0.227 A	0.247 A	0.282 A	0.323 A
Amarillo	0.069 C	0.131 B	0.182 B	0.206 B
Blanco	0.057 C	0.140 B	0.193 B	0.209 B
Rojo	0.117 B	0.135 B	0.208 B	0.209 B

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

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 a los 33 dds el tratamiento que presentó mayor DT fue el T₁ (transparente) seguido por el tratamiento de la cubierta amarilla y blanca (T₂ y T₃) con 7% menos que el T₁. En general, se observó que el tratamiento con mayor DT en la producción de plántulas fue el T₁ seguido por el T₂ y T₃ teniendo al T₄ con menos DT en el periodo evaluado (Figura 1).

Los anterior puede deberse a que la calabacita es de clima cálido por lo que al existir mayor temperatura en el interior de la estructura 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 pepino el mayor diámetro se obtuvo con la cubierta transparente.

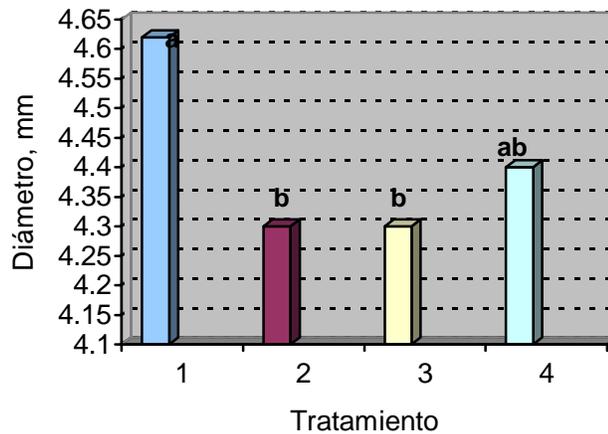


Figura 1. Diámetro de tallo de plántulas de calabacita por efecto de cubiertas plásticas fotoselectivas. 1 = transparente, 2 = amarillo, 3 = blanco, 4 = rojo.

Área Foliar

En dos de las cuatro evaluaciones realizadas se encontraron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) entre tratamiento (Cuadro 14). De acuerdo a lo anterior se realizó la comparación de medias y en la evaluación realizada a los 18 dds el que presentó mayor AF fue el T₁ (transparente) y el tratamiento menor fue el T₄ (rojo) en un 41.81%. Para la segunda fecha de evaluación que corresponde a los 23 dds todos los tratamientos fueron estadísticamente iguales. En lo que respecta a la evaluación a los 28 dds el T₂ y T₃ (amarillo y blanco) superaron al T₁ con 22.74% quien manifestó menor AF. En la última fecha correspondiente a los 33 dds el T₃ superó al T₄ con 24.14% (Cuadro 15). En general, se observó que el tratamiento que acumuló más AF en la producción de plántulas fue el T₃ seguido por el T₂ y T₁ teniendo al T₄ con menos AF en el periodo evaluado.

El efecto de sombreo presentado por la cubierta blanca hace que pase menor cantidad de radiación lo que ayuda a tener plántulas suculentas esto nos

lleva a una mayor AF. Se considera que la plántula de calabacita necesita menor cantidad de luminosidad, esto se logra con la cubierta blanca.

Los resultados obtenidos concuerdan con Hernández *et al.* (2004), quien trabajando con plántulas de tomate bajo cubiertas fotoselectivas blancas obtuvo mayor AF en un 16%.

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

FV	GL	CUADRADOS MEDIOS			
		18 dds	23 dds	28 dds	33 dds
Trat	3	106.905**	10.806ns	73.005*	151.190**
Error	12	5.033	14.358	14.365	23.467
CV, %		12.55	12.79	10.12	11.46

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 15. Comparación de medias en la acumulación de área foliar en plantas de calabacita, en cuatro fechas de evaluación. UAAAN, 2006.

COLOR DE CUBIERTA	FECHA DE EVALUACIÓN, dds			
	18	23	28	33
Transparente	25.62 A	27.44 A	31.71 B	37.35 B
Amarillo	14.91 B	31.05 A	40.34 A	46.87 AB
Blanco	15.31 B	29.27 A	41.04 A	48.27 A
Rojo	15.66 B	30.71 A	36.70 AB	36.62 B

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

CONCLUSIONES

La hipótesis planteada de que la distribución de biomasa se altera con el uso de cubiertas fotoselectivas en la producción de plántula de calabacita es cierta ya que influye fuertemente en el desarrollo de la plántula. Aunque en este caso, en la mayoría de las variables evaluadas, la influencia parece ser negativa.

Las cubiertas de color transparente y blanco son las que permiten la obtención de plántulas de calabacita de mayor calidad en función de los parámetros evaluados. Por lo tanto se sugiere continuar con trabajos de investigación en éste sentido.

Con el uso de cubiertas fotoselectivas se producen trasplantes de calabacita más suculentas (mayor biomasa fresca) y de mayor área foliar.

LITERATURA CITADA

- Aserca. 1999. Claridades Agropecuarias. La calabaza y su presencia en el mercado. Diciembre. México, D.F.
- 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.
- Casseres, E. 1984. Producción de hortalizas. Instituto Internacional de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica.
- Castaños C., M. 1993. Horticultura. Manejo Simplificado. 1ª Edición en español. Editorial Universidad Autónoma Chapingo. México, D.F. Pág. 151.
- 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. 2001. Casados en la plasticultura. Revista Productores de Hortalizas. Pág. 12-13.
- 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.
- FAX, S.S. de C.V. 2000. Tecnología al servicio de la agricultura.
- 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.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 1998. Estadísticas de producción de hortalizas.
- 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.
- Ledesma V., M.A. 1994. Efectos de las Cubiertas Plásticas de Colores en la Producción de Plántulas de Brócoli (*Brassica oleracea* var. Italica). Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo, Coahuila, 82 p. México.
- 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.
- Montes, A. 1980. Horticultura. Manual Práctico Ilustrado. 2^a Ed. Editores Mexicanos Unidos, S. A.
- 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.

- 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.
- 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.
- Ruíz O., M. 1979. Tratado Elemental de Botánica. Ed. E.C.L.A.L.S.A., México.
- Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2006. Producción de calabacita temporada prim- ver.
- 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. 1998. Producción de hortalizas. Octava reimpresión. Editorial Limusa. México. 223-33.
- Wageningen T. 1994. Por aquí empieza una buena semilla. Revista Horticultura No. 99. España.
- Zarka, Y. 1992. Películas fotoselectivas y fluorescentes en plasticultura. CEPLA, Comité Español de Plásticos en Agricultura. 3-8 de Mayo, 1992. Granada, España.