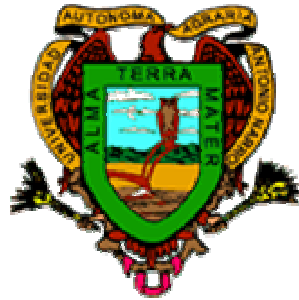


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**



**EVALUACIÓN DE PLÁNTULAS DE PEPINO (*Cucumis sativus* L.)
BAJO CUBIERTAS PLÁSTICAS FOTOSELECTIVAS EN
MACROTÚNELES.**

Por:

DOVER FRANCO PÉREZ PÉREZ

TESIS

**Presentada como Requisito
Parcial para Obtener el Título de:**

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
Febrero del 2007.**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

**EVALUACIÓN DE PLÁNTULAS DE PEPINO *Cucumis sativus L.*
BAJO CUBIERTAS PLÁSTICAS FOTOSELECTIVAS EN MACROTÚNELES**

TESIS

Presentado por:

DOVER FRANCO PÉREZ PÉREZ

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

Ingeniero Agrónomo en Horticultura

APROBADA POR:

**DR. JOSÉ HERNÁNDEZ DÁVILA
ASESOR PRICIPAL**

**ING. ELYN BACÓPULOS TÉLLEZ
SINODAL**

**DR. VALENTÍN ROBLEDO TORRES
SINODAL**

**DR. VÍCTOR M. REYES SALAS
SINODAL**

**M.C. ARNOLDO OYERVIDES GARCÍA
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**

D E D I C A T O R I A

A MIS PADRES

**Alejandra Eugenia Pérez Zunún
Placido Bruno Pérez de León**

Con amor esta tesis se las dedico por todo su apoyo, su confianza, su amor, su paciencia por ser tan buenos y comprensivos conmigo, por ser mis amigos los quiero mucho, fueron mi fuerza para salir adelante, por que no hay herencia mas grande que el apoyo a la preparación.

A MIS HERMANOS

Reinita (†), Aída, Lilia C., Lesvia, Benedicto, Esteban, Julio E., Hermila S., Noemí, I. Olga, Gilber O., Soé N., Yuridia A., Wilder P.

Que siempre me han inculcado a seguir adelante con su cariño y apoyo en todos los momentos de mi trayectoria estudiantil; los quiero mucho.

A MIS SOBRINOS

Rol, Marcos, Oscar, Fernando, Alber, Any, Mirsain, Guiesi Pahola, Aiezer, Vanesi Yorleni, Amed, Cati, Gorge, Alfredito, Estrellita, Joni, Arisdany, Janett A., Julito, Eric, Marisol, Lizet, Brandito.

A MIS CUÑADAS Y CUÑADOS

Areli O., Mercedes, Leydi, Artemio Velásquez Morales, Acasio Marroquín Bravo, Alfredo y Toño.

A MI NOVIA

Berta Cruz García

Que me ha brindado su apoyo y su compañía en los momentos más difíciles de mi carrera.

AGRADECIMIENTOS

A Dios padre: Por haberme prestado la vida y darme la oportunidad de terminar una carrera.

A mi Alma Terra Mater: por permitir formar parte de ella y proporcionarme las herramientas para mi formación profesional.

Al Departamento de Horticultura: por la oportunidad y facilidades prestadas para la realización de este trabajo de investigación.

Al Dr. José Hernández Dávila: por su apoyo y asesorías brindadas en este trabajo.

Al Ing. Manuel: por su apoyo y paciencia puesta durante la conducción de la investigación.

Al Ing. Glorinda González Gálvez. Por su apoyo durante mi carrera.

Al Ing. Ana Luisa Cabrera Cruz: Por su apoyo y consejos que me brindó.

A mis amigos: Audeli, Deysi, Diana, Laura R., Lupita, Angélica, Chain, Jacobo, Cleiver, Sague, Shac, Martín, Mirsain, Abner, Licho, Nufo, Toño, Lucio.

A mis sinodales: Dr. Valentín Robledo Torres, Ing. Elyn Bacópulos Téllez, Dr. Víctor Manuel Reyes Salas, por su ayuda en la revisión y asesoría en la elaboración de este trabajo, les agradezco ser personas buenas, y por su amistad.

ÍNDICE

ÍNDICE DE CUADROS.....	I
R E S U M E N.....	II
INTRODUCCIÓN.....	1
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
Generalidades del pepino <i>Cucumis sativus</i> L.....	3
Origen, raíz, tallo, hojas, flor, fruto, exigencias climáticas.....	3
Importancia Internacional del cultivo de pepino.....	4
Importancia nacional del cultivo de pepino.....	5
Calidad de plántula.....	7
Materiales plásticos utilizados en la agricultura.....	8
Macrotúneles.....	8
Propiedades ópticas de los plásticos utilizados en la agricultura.....	9
Germinación de la semilla.....	10
Propiedades de los plásticos utilizados en la agricultura transparencia.....	11
Opacidad a las radiaciones nocturnas.....	11
Trabajos de investigación realizados con cubiertas fotoselectivas.....	12
MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
Localización Geográfica del sitio experimental.....	15
Clima, viento.....	15
Vegetación, agua de riego.....	16
Construcción del macrotúnel.....	16
Establecimiento experimental.....	16
Materiales, siembra.....	17
Fertilización, materiales para la evaluación.....	18
Diseño experimental.....	18
Variables Evaluadas.....	18
Producción total de biomasa fresca.....	19
Producción total de biomasa seca.....	19

Producción de biomasa fresca del vástago.....	19
Producción de biomasa seca del vástago.....	19
Producción de biomasa fresca de la raíz.....	19
Producción de biomasa seca de la raíz.....	19
Acumulación de área foliar.....	19
Altura de plántula.....	20
Diámetro del tallo	20
Número de hojas.....	20
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	21
Producción total de biomasa fresca.....	21
Producción total de biomasa seca.....	22
Producción de biomasa fresca en el vástago.....	23
Producción de biomasa seca del vástago.....	25
Producción de biomasa fresca en la raíz.....	26
Producción de biomasa seca en la raíz.....	27
Área foliar.....	28
Número de hojas.....	29
Altura de plántulas.....	30
Diámetro de tallo	31
CONCLUSIONES.....	32
LITERATURA CITADA.....	33

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Principales países productores de pepino (ton). SAGARPA, 2003.....	4
Cuadro 2.	Principales países exportadores de pepino (ton). SAGARPA, 2003.....	5
Cuadro 3.	El valor de exportaciones de pepino (Miles de dls). SAGARPA, 2003.....	5
Cuadro 4.	Producción de pepino en México (ton.), SAGARPA 2003...	6
Cuadro 5.	Superficie cosechada de pepino en México (ha). SAGARPA, 2003.....	7
Cuadro 6.	Análisis de varianza en la producción total de biomasa fresca de plántulas de pepino, en cuatro fechas de evaluación. UAAAN, 2006.....	22
Cuadro 7.	Comparación de medias en la producción total de biomasa fresca (g) de plantas de pepino, en cuatro fechas de evaluación. UAAAN, 2006.....	22
Cuadro 8.	Análisis de varianza en la producción total de biomasa seca de plántulas de pepino, en cuatro fechas de evaluación. UAAAN, 2006.....	23
Cuadro 9.	Comparación de medias en la producción total de biomasa seca de plantas de pepino, en cuatro fechas de evaluación. UAAAN, 2006.....	23
Cuadro 10.	Análisis de varianza en la producción de biomasa fresca en el vástago de plántulas de pepino, en cuatro fechas de evaluación. UAAAN, 2006.....	24
Cuadro 11.	Comparación de medias en la producción de biomasa fresca en el vástago de plántulas de pepino, en cuatro fechas de evaluación. UAAAN, 2006.....	24

Cuadro 12.	Análisis de varianza en la producción de biomasa seca del vástago de plántulas de pepino, en cuatro fechas de evaluación. UAAAN, 2006.....	25
Cuadro 13.	Comparación de medias en la producción de biomasa seca del vástago de plántulas de pepino, en cuatro fechas de evaluación. UAAAN, 2006.....	25
Cuadra 14.	Análisis de varianza en la producción de biomasa fresca de la raíz de plántulas de pepino, en cuatro fechas de evaluación. UAAAN, 2006.....	26
Cuadro 15	Comparación de medias en la producción de biomasa fresca en la raíz de plántulas de pepino, en cuatro fechas de evaluación .UAAAN, 2006.....	27
Cuadro 16.	Análisis de varianza en la producción de biomasa seca de la raíz de plántulas de pepino, en cuatro fechas de evaluación. UAAAN, 2006.....	28
Cuadro 17.	Comparación de medias en la producción de biomasa seca en la raíz de plántulas de pepino, en cuatro fechas de evaluación. UAAAN, 2006.....	28
Cuadro 18.	Análisis de varianza en el área foliar de plántulas de pepino, en cuatro fechas de evaluación. UAAAN, 2006.....	29
Cuadro 19.	Comparación de medias en la acumulación de área foliar en plántulas de pepino, en cuatro fechas de evaluación. UAAAN, 2006.....	31

R E S U M E N

El trabajo de investigación se realizó en el ciclo agrícola de primavera verano en el año 2006, llevándose acabo en macrotúneles que se construyeron para dicho trabajo. Se realizó un costado del departamento de Horticultura de la UAAAN, la cual se encuentra en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

El experimento se realizó con el objetivo de evaluar los cambios que presentaban las plántulas de pepino producidas bajo diferentes colores de cubiertas fotoselectivas en macrotúneles, se utilizó la variedad Johnson 7.

Los tratamientos en estudio fueron cuatro colores de cubiertas plásticas: transparente, amarillo, blanco y rojo en macrotúneles colocados de manera aleatoria, se utilizaron charolas de 60 cavidades cuatro repeticiones por tratamientos con un total de 16 unidades experimentales.

El diseño experimental utilizado fue bloques completos al azar y las variables evaluadas fueron: producción total de biomasa fresca, producción total de biomasa seca, producción de biomasa fresca del vástago, producción de biomasa seca del vástago, producción de biomasa fresca de la raíz, producción de biomasa seca de la raíz, acumulación de área foliar, altura de plántula, diámetro del tallo, numero de hojas.

Los mejores resultados se obtuvieron en el Macrotúnel con película de color transparente excepto en la variable área foliar donde el plástico fotoselectivas color amarillo fue el mejor.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la necesidad de producir más alimentos para satisfacer la demanda de una población en constante crecimiento ha motivado al uso de nueva tecnología con afán de incrementar el rendimiento de la producción agrícola.

Los principales productores de pepino a nivel mundial son China, Estados Unidos, Turquía, Irán, Japón y México. En nuestro país se cultiva una superficie de 16,880 ha con una producción de 435,897 ton, en los diferentes estados de la república; Sinaloa y Michoacán, concentran el 90% de la producción total nacional, cifras que se ha mantenido en los 5 últimos años, otros estados que también lo cultivan son Morelos, Sonora, Guanajuato, Puebla y Jalisco.

El pepino reviste una particular importancia por su contribución en la generación de divisas y empleo en el campo Mexicano (SAGARPA, 2003).

Por ello, se ha implementado el uso de los plásticos en gran escala y muchos productores han cambiado sus sistemas de producción tradicional y utilizan las cubiertas plásticas para producir plántulas, desde el trasplante hasta producción; significa mayor tecnificación de sus cultivos, lo cual hace que la producción de hortalizas sea más rentable.

La variedad de los plásticos a contribuido enormemente al espectacular progreso tanto de la agricultura como en la horticultura, consiguiendo mayores cosechas mediante la influencia – o el cambio – de factores claves como la luz, el agua y la temperatura.

Objetivos

- Determinar el efecto de diferentes colores de películas fotoselectivos en la producción de plántula de pepino.
- Identificar la película fotoselectiva más adecuada para la producción de plántula de pepino.

Hipótesis

- La película fotoselectiva de color amarillo es la que proporciona más ventajas para la producción de plántulas de pepino.
- Las películas fotoselectivas tendrán efectos diferenciales en el crecimiento de las plántulas de pepino.

REVISIÓN DE LITERATURA

Generalidades del Pepino (*Cucumis sativus L.*)

Origen. El pepino (*Cucumis sativus L.*) es originario de la India. De Candolle (1919), Es una planta anual, herbácea, que puede ser rastrera o trepadora y, que posee zarcillos (Valadez, 1992).

Raíz: Su sistema radicular es abundante, ya que su raíz principal puede llegar hasta 1.10 m de profundidad; sin embargo, las raíces secundarias y los pelos absorbentes son bastantes superficiales.

Tallo: Su tallo es anguloso por los cuatro lados y está cubierto con pelos (tricomas), los zarcillos no tienen ramificaciones.

Hojas: Las hojas son de forma triangulada, ovalada con lóbulos no bien formados y su longitud es de 7 a 20 cm en ocasiones es mayor.

Flor: El pepino es una planta monoica, es decir presentan flores masculinas y flores femeninas en la misma planta. La polinización se efectúa por insectos (abejas), la mayoría de las flores tienen fecundación por polinización cruzada.

Fruto: Son de forma oblonga y de tamaño variable. Muestran una coloración que va de color verde pálido al amarillo crema, pudiendo alcanzar una longitud de 5 a 40 cm. Su ciclo es de aproximadamente 60 días.

Exigencias climáticas: Requiere humedad relativa alta entre el 70 y 90 % es muy exigente en luminosidad, en especial en la floración.

Importancia Internacional del cultivo de pepino

El cultivo del pepino es muy importante, ya que tiene un elevado índice de consumo, pues sirve de alimento tanto en fresco como industrializado.

El cultivo de esta hortaliza tiene una estabilidad de la superficie, con un aumento de la producción. En el Cuadro 1 se muestra que los valores de exportación han permanecido en forma estable (Sagarpa, 2003).

El cultivo de pepino tienen importancia en varios países; en el Cuadro 2 se muestran los principales productores, y en el Cuadro 3 se reportan los principales países exportadores. Es una especie cuyo valor agronómico reside en su producción estacional, para lo cual necesita desarrollarse en cultivo protegido (Sagarpa, 2003).

Cuadro 1. Valor de exportaciones de pepino (Miles de dólares).

PAIS	2001	2002	2003
PAISES BAJOS	261,714	217,419	241,239
ESPAÑA	207,310	218,038	234,041
MÉXICO	176,735	192,330	201,626
CANADA	23,179	30,743	36,147
EUA	23,023	26,145	26,147
OTROS	126,438	142,770	156,747
TOTAL	818,399	827,445	895,863

Cuadro 2. Principales países productores de pepino (Toneladas).

PAIS	2000	2001	2002	2003
CHINA	19,869,181	21,674,218	24,073,163	25,073,163
TURQUÍA	1,825,000	1,740,000	1,750,000	1,750,000
IRAN	1,342,000	1,233,000	1,430,000	1,350,000
EUA	1,052,930	1,015,500	1,079,510	1,046,960
JAPON	766,500	735,500	728,9000	720,000
OTROS	9,379,437	9,206,744	9,542,501	9,658,730
TOTAL	34,235,048	35,604,902	38,604,074	39,598,853

Cuadro 3. Principales países exportadores de pepino (Toneladas).

PAIS	2000	2001	2002
MÉXICO	371,369	374,289	386,094
PAISES BAJOS	331,	300,423	348,727
ESPAÑA	327,766	337,894	336,867
JORDANIA	48,211	48,212	51,992
EUA	37,329	41,565	41,304
OTROS	269,181	308,290	340,304
TOTAL	1,385,699	1,410,673	1,505,905

Importancia nacional del cultivo de pepino

El pepino *Cucumis sativus* L. es una hortaliza que en México se consume como fruta fresca y en ensalada; aunque hay especies como el pickle que se prepara para encurtidos, radicando su importancia tanto en la superficie cultivada como en la producción obtenida.

En 1992 se cultivó una superficie de 16,011 ha con una producción de 248,482 ton, en el Cuadro 4 se puede ver que el pepino se cultiva en diferentes

Estados de la Republica, solo Sinaloa y Michoacán concentran el 90% de la producción total nacional, otros estados donde también se cultiva son Morelos, Sonora, Guanajuato, Puebla y Jalisco, en el Cuadro 5 se muestra la superficie de pepino cosechada en los diferentes estados.

Estados Unidos importa de México aproximadamente 185,000 ton de pepino, lo que representa el 94.8 por ciento del total de este producto importado por este País. En California y Arizona, el pepino llega alcanzar los precios más altos de enero – abril obteniendo hasta 19 dólares por caja de 24 kg y en noviembre fluctúa entre nueve y diez dólares por caja, este cultivo tiene la característica de originar grandes fuentes de trabajo incrementando la actividad económica y la captación de divisas.

En los últimos años el cultivo de pepino ha tenido una fuerte demanda por ser un fruto refrescante y apetitoso, aunque el contenido de proteínas, carbohidratos y minerales es menor que en la calabacita, su valor nutritivo es aceptable (Sagarpa, 2003).

Cuadro 4. Producción de pepino en México (toneladas).

ESTADO	2000	2001	2002	2003
SINALOA	246,244	228,042	197,963	189,798
MICHOACÁN	82,488	83,924	74,666	79,777
BAJA				
CALIFORNIA	40,285	37,156	46,662	48,546
MORELOS	16,239	31,940	31,175	38,679
VERACRUZ	15,797	17,068	21,419	12,094
OTROS	58,216	62,677	62,907	67,003
TOTAL	459,216	460,807	434,792	435,897

Cuadro 5. Superficie cosechada de pepino en México (hectáreas).

ESTADO	2000	2001	2002	2003
SINALOA	6,407	6,375	5,210	4,838
MICHOACAN	4,209	4,501	4,139	4,286
MORELOS	1,199	1,554	1,549	1,836
BAJA	1,299	1,446	1,533	1,522
CALIFORNIA				
VERACRUZ	673	677	712	459
OTROS	3,687	3,896	3,965	3,939
TOTAL	17,474	18,449	17108	16,880

El panorama agrícola económico en nuestro país, así como el inicio del Tratado de Libre Comercio (TLC) en 1994, con Estados Unidos y Canadá, obligan a los agricultores mexicanos a eficientar sus recursos implementando modernos sistemas de producción con nuevas tecnologías agrícolas que permitan incrementos de producción por unidad de superficie y calidad de los productos para incrementar los volúmenes de exportación.

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 (Wageningen, 1994).

Las plántulas en sus primeros días desempeña un papel crucial en su desarrollo, el ambiente temprano que lo rodea al cultivo es de vital importancia y determinará si la planta habrá de desarrollarse en toda su potencialidad.

La efectividad del transplante depende de varios factores, principalmente de las especies y del estado de desarrollo de la planta y específicamente de la

relación entre el área foliar, longitud, grado de suberización de las raíces y las condiciones ambientales (Rosa, 1996).

Materiales plásticos utilizados en la agricultura

El uso de los plásticos en la agricultura ha permitido mejorar el ambiente de producción favoreciendo el incremento y calidad de la producción en diferentes especies hortícolas como es el caso de la lechuga donde la tecnología ha permitido duplicar los rendimientos de unas regiones, con respecto a otras regiones de México.

El uso de los acolchados plásticos o cubiertas plásticas, ha permitido incrementar los rendimientos de manera significativa, sin embargo cuando se usan plásticos con características espectrales especiales el rendimiento se ve incrementado en calidad y cantidad, aunque aún existe poca información respecto al uso de cubiertas en la producción de plántulas de calidad para el trasplante.

Microtúnel consiste en cubrir el cultivo, fundamentalmente durante sus primeras fases vegetativas, con una sencilla construcción de forma más o menos semicircular, formada por unos pequeños arcos y una cubierta constituida por una lámina de plástico (Robledo y Martín, 1981). Por su parte Papaseit *et al.* (1997) agregan que los microtúneles, junto con el acolchado son las dos técnicas más tradicionales de cultivos forzados.

En algunas zonas de México como en otros países, el uso de los plásticos en la agricultura, aplicados en diversas formas (invernaderos, macro y microtúneles, etc.) Proporcionan condiciones más adecuadas para el desarrollo de los cultivos obteniéndose mayor cantidad y calidad de productos (Ibarra, 1997).

Macrotúneles

Son túneles grandes, volumétricamente parecidos a un medio cilindro, cuyo frente puede presentar una forma parabólica. Las medidas más frecuentes son: 3 a 4m de ancho por 1,5 a 2 m de alto y su largo varía según las necesidades o espacio disponible.

Los macrotuneles tendrán un gran uso en el futuro, por las siguientes razones: Es una construcción de baja inversión inicial (3 a 4 \$/m²), es muy fácil de construir, es resistente a condiciones climáticas extremas (nieve, vientos, entre otras), es sencillo el manejo de la ventilación, es excelente para el manejo familiar, es ideal para producir hortalizas de hoja, y/o raíz, las cuales son tolerantes a las bajas temperaturas, como así también, para la producción de plantas en el suelo, charolas o macetas para anticipar cosecha con respecto al campo, de hortalizas de fruto (tomate, pimiento, berenjena, etc.) y si a éste le agregamos las cubiertas de colores, puede ser una ventaja más; también puede ser usado para plantas ornamentales, forestales o aromáticas.

Se puede trasladar fácilmente en caso de presentarse problemas como la alta carga de agentes patógenos hongos o larvas de insectos (Montbrun, 1999; Rastelli, 1999).

Propiedades ópticas de los plásticos utilizados en la agricultura

Es bien conocido que la luz interviene en el desarrollo general de las plantas mediante el fenómeno de la fotosíntesis, en el desarrollo de la clorofila son imprescindibles la radiación de 600 a 690 nm (rojo-naranja); la radiación de 430 a 500nm (azul-violeta) actúa como medio activador y las radiaciones infrarrojas (I R) superiores a 760 nm aportan el calor necesario.

La luminosidad tiene una gran importancia en todos los procesos vitales de los vegetales. Algunas de las funciones más importantes en el desarrollo de las plantas se debe a la energía luminosa; así tenemos que la luz además de intervenir en la fotosíntesis interviene en el fotoperiodo, fototropismo, crecimiento de los tejidos, floración, etc. (Hernández, 1993; Torres, 1994).

Germinación de la semilla

Folquer (1976) cita a Rodríguez quien define a la germinación como una serie compleja de cambios biológicos y fisiológicos que indican la iniciación del crecimiento y movilización de las reservas dentro de la semilla, para ser utilizada por el embrión en su crecimiento.

León y Arozamet (1980) citados por Centeno (1986) menciona que para que el proceso de germinación ocurra, la semilla debe absorber agua e hincharse y el primer signo de germinación se presenta cuando la pequeña y blanca radícula o raíz inicial crece a través de la testa.

A medida que la radícula presiona hacia el interior del suelo, el hipocotilo toma la forma de bastón y empieza a crecer haciendo presión para romper la superficie del suelo. Una vez que ha emergido a la superficie y en contacto con la luz, el pequeño tallo adopta la posición erecta.

Folquer (1976) dice que la germinación es favorecida por la oscuridad y es más rápida a temperatura de 26°C y temperatura nocturna de 20°C no obstante, para la obtención de plántulas más robustas se recomienda las temperaturas de 24 y 18 °C de día y de noche, respectivamente con la cual se consigue la emergencia a los 6 días. La temperatura mínima y máxima para la germinación es de 10 y 35 °C, respectivamente.

Propiedades de los plásticos utilizados en la agricultura

Transparencia.

Consiste en dejar pasar a través del plástico la mayor cantidad posible de luz. La transparencia depende de tres factores importantes:

a) Poder absorbente para la luz. El material absorbe un porcentaje mayor o menor de radiaciones.

b) Poder de reflexión. Rayos que no atraviesan el plástico por que se reflejan hacia el exterior, según el ángulo de incidencia y la propiedad reflectante de material que se trate.

c) Poder de difusión. Las radiaciones se difunden al pasar a través del material y como consecuencia se reparte mejor la luz.

Opacidad de las radiaciones nocturnas

Consiste en no dejar pasar hacia el exterior, durante la noche, el calor emitido por las plantas y el suelo (radiaciones de onda larga). Las propiedades que tienen algunas láminas de plásticos de ser relativamente opacas a las radiaciones infrarrojas de larga longitud de onda, es que disminuyen o eliminan la inversión térmica y mejoran el efecto de abrigo, conociéndose como efecto termoaislante.

El espesor de las láminas de plástico tiene una influencia en el efecto térmico a las radiaciones de larga longitud de onda, disminuyendo considerablemente a medida que se reduce el espesor, una lámina es térmica cuando deja escapar menos de 20% de las radiaciones de longitud de onda larga (Serrano, 1990).

Piña (1991), hablando sobre el espesor de los plásticos, menciona que el mejor “efecto de abrigo” se obtiene al usar materiales de mayor grosor, ya que estos son más impermeables al paso de las radiaciones emitidas por el suelo

(infrarrojas), esto permite que el suelo y el volumen del aire no se enfríen rápidamente, por lo que existe mayor protección contra bajas temperaturas exteriores.

La pérdida de energía emitida por el suelo también es atenuada por las condensaciones de agua formadas en la cara de interna del plástico y por los aditivos que contienen algunas películas.

Trabajos de investigación realizados con cubiertas fotoselectivas

Las cubiertas de color amarillo y blanco influyeron favorablemente en el aumento de biomasa en las variables estudiadas en plántulas de lechuga superando a las cubiertas de color transparente (Sánchez, 2005).

Muñiz (1994), Trabajando con tomate en la variable de peso seco aéreo y radicular los mejores resultados arrojados fueron en la cubierta plástica de color blanco, seguida por el color amarillo.

En un cultivo de lechuga, se encontraron diferencias significativas en las variables número de hojas por planta, ancho de hoja y peso seco de la cabeza, el microtúnel con cubierta blanca lechosa presentó los mayores valores, mientras que en la variable peso fresco de la cabeza, el color amarillo fue el que presentó el mayor valor, aunque fue estadísticamente igual a los tratamientos con cubiertas blanca y roja.

De lo anterior se puede concluir que las cubiertas de color blanco lechoso influyen favorablemente en el desarrollo del cultivo de lechuga. Las variables peso fresco de la cabeza y peso seco de la cabeza mostraron diferencias significativas, esto indica que los colores de cubierta afectaron significativamente la producción de biomasa, indicando que la modificación en las características radiométricas de la luz solar, permiten modificar el comportamiento de los cultivos, logrando con esto un mayor rendimiento,

probablemente al incrementar la eficiencia fotosintética o bien al modificar el micro ambiente vegetal (Robledo *et al.*, 2002).

En diámetro de plántulas de tomate el mejor tratamiento fue la cubierta plástica de color blanco seguido del color lila la cual nos indica que tienen efectos benéficos en el crecimiento y desarrollo de la plántula (Muñiz, 1994; Ledesma, 1994)

Hoyos (1995); el uso de los plásticos de colores en ensayos no afectó significativamente al cultivo de tomate y pepino estudiados en su fase de desarrollo vegetativo y en periodo de otoño. En pepino se observó el mejor comportamiento en general en el plástico rojo en las variables como: peso fresco de la planta, peso seco de tallo y hoja, diámetro de tallo y número de hojas. El plástico de color azul – violeta es el que mostró un mayor descenso en la evaluación en función de los parámetros de desarrollo vegetal medido. Existe una importantísima pérdida de irradiación neta (fotosintéticamente activa) que va desde el 60-30% para los plásticos azul violeta y rojo, comportándose el rosa de forma intermedia entre los dos últimos de los parámetros medidos como: volumen radical y longitud de tallo. El porcentaje de descenso de radiación que les llega al cultivo no ha sido reflejado por igual descenso de la biomasa y de parámetro de desarrollo medio, lo que el efecto fotoselectivo de los pigmentos adicionales cumple su función de aumentar la fotosíntesis.

La calidad de la luz en las bandas violeta, azul oscuro y azul son óptimas para la germinación, el tamaño de la hoja y para enrizamiento (Bidwell, 1990).

El color rojo afecta a la fotosíntesis y desarrollo vegetativo de plántulas e influye en el crecimiento de flores y frutos, mientras que el color azul modifica el fotoperiodismo, la fotosíntesis y es responsable del crecimiento de las hojas y los tallos (Orzolek, 1995).

Las radiaciones visibles tienen un papel fundamental en la síntesis de la clorofila y el posterior proceso fotosintético para sintetizar los compuestos orgánicos para el crecimiento y desarrollo de las plantas (Merkasi, 2002). Por lo tanto, las modificaciones en el ambiente de radiación inducidas por los filtros plásticos determinaron cambios en las variables fotosintéticas y en la acumulación de biomasa que se relacionó positivamente con la densidad de flujo fotónico fotosintético bajo las películas y con la asimilación de CO₂ (Benavides *et al.*, 2002).

Macrotúnel con cubierta de plástico de color rojo; esta lámina de los films fotoselectivos y fluorescentes aumenta la proporción de radiación lumínica útil para la planta dentro del mismo, de esta forma la planta aumenta las posibilidades de fotosíntesis y mejora el rendimiento (Pere, 1998; Badiola, 1998).

MATERIALES Y METODOS

Localización Geográfica del Sitio Experimental

El trabajo se estableció en los terrenos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México; cuyas coordenadas geográficas son: 25°23' latitud norte y 101°00' longitud oeste del meridiano de Greenwich, con una altitud de 1,743 msnm (Martínez, 1994).

Clima. Es tipo BWhw (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 (Mendoza, 1983).

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.

Establecimiento del experimento

El área experimental donde se realizó la investigación se localiza a un costado del departamento de horticultura. Se utilizó como sustrato una mezcla de 40% de perlita y 60% de peat moss en charolas de 60 cavidades que son específicas para las cucurbitáceas, en donde se depositó una semilla por cavidad. La siembra se realizó el día 20 de marzo de 2006, en forma manual, el agua de riego provenía de las tuberías de las instalaciones del departamento de Horticultura, la cual era conducida por mangueras hasta los macrotúneles donde se realizó la investigación.

Construcción del macrotunel

a) Preparación del terreno: Se cavaron cuatro zanjas de aproximadamente 30cm de profundidad con ancho de 30 cm. y 13.5 de largo, llenándose con tierra para levantar el bordo.

b) Establecimiento de la estructura: Se usaron 20 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 1.50 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.

c) Colocación de la cubierta plástica: Se realizó una pequeña zanja alrededor de la estructura en la cual se colocó el plástico sujetándolo con tierra. Los plásticos utilizado fueron 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, 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. Se sujetó 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.

Materiales:

A continuación se menciona los materiales que se utilizaron en la construcción de los cuatro macrotuneles que median 4 metros de ancho x 12 metros de largo.

- Cubiertas plásticas de diferentes colores
 - ❖ Cubierta plástica Transparente (calibre 600)
 - ❖ CP. Amarilla (calibre 300)
 - ❖ CP. Blanca (calibre 300)
 - ❖ CP. Roja (calibre 300)
- Tubo galvanizado 1/2 pulgada
- Cinta métrica
- Tijeras
- Cinta
- Madera
- Grapas
- Azadón

Siembra

Se utilizó como sustrato una mezcla de 40% de perlita y 60% de de peat moss en charolas de 60 cavidades que son específicas para la cucurbitáceas, donde se depositó una semilla por cavidad. La siembra se realizó 20 de marzo del 2006, en forma manual.

Fertilización

La fertilización utilizada para los tratamientos fue 30-20-10 realizadas una vez por semana (8 g.L⁻¹agua) esta aplicación fue para todos los tratamiento. Las aplicaciones se realizaron de manera foliar.

Materiales para la evaluación.

El material que se utilizó para hacer las evaluaciones se menciona a continuación:

- plántula de pepino (Johnson 7)
- Bolsas de papel
- Lector de área foliar(LI-COR Modelo LI-3000 A)
- Balanza analítica
- Bisturí
- Regla métrica
- Vernier
- Estufa (Lindberg)

Diseño experimental

El trabajo se realizó bajo un diseño de bloques al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Utilizando el programa de la Universidad de Nuevo León, para el análisis de datos.

Los tratamientos evaluados fueron.

T₁= Cubierta amarillo

T₂= Cubierta blanco

T₃= Cubierta rojo

T₄= Cubierta transparente

Variables evaluadas

Para llevar a cabo la evaluación se tomó una planta representativa por cada repetición en cada uno de los cuatro tratamientos. Se hicieron cuatro

evaluaciones cada cinco días iniciando el días 8, 13, 18 y 23 de abril de l 2006 a los 18, 23, 28 y 33 después de la siembra.

Producción total de biomasa fresca (g)

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

Producción total de biomasa seca (g)

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

Producción de biomasa fresca del vástago (g)

Para determinar esta variable se cortó la parte aérea de la plántula y se pesó en la balanza analítica obteniendo un dato promedio.

Producción de biomasa seca del vástago (g)

Se llevó la parte aérea a la estufa a una temperatura de 60°C por 5 días, posteriormente se pesó en una balanza analítica.

Producción de biomasa fresca de la raíz (g)

La parte radical de la plántula se limpió cuidadosamente hasta eliminar todo el sustrato y se pesó en la balanza analítica y se obtuvo un dato promedio.

Producción de biomasa seca de la raíz (g)

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

Acumulación de área foliar (cm²)

Esta variable se obtuvo en cuatro ocasiones midiendo las hojas con el lector de área foliar para determinar su área.

Altura de plántula (cm)

Se midió desde la base hasta el ápice de la hoja más alta con la ayuda de una regla métrica; para la obtención de esta variable se midió la altura de diez plantas representativas por cada repetición en los cuatro tratamientos.

Diámetro del tallo en (mm)

Se midió la plántula en la base del tallo con la ayuda del vernier y se obtuvo un valor promedio; para la obtención de esta variable se tomaron cuatro plántulas por cada repetición en cada uno de los cuatro tratamientos.

Número de hojas

Una vez terminada la última evaluación, se realizó un conteo de las hojas de cuatro plántulas representativas por cada repetición en cada una de los tratamientos, evitando contar las hojas cotiledonales y así se obtuvo un dato promedio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Producción total de biomasa fresca

Los resultados obtenidos en el ANVA, en las cuatro evaluaciones, mostraron que existen diferencias estadísticas altamente significativas $P \leq 0.01$ entre tratamientos (cuadro 6). También se les practicó la DMS para observar la igualdad y diferencias entre tratamientos y en el Cuadro 7 se muestra que en la primera, segunda y tercera evaluación (18, 23 y 28 dds) se observó que el (T₄) con cubierta de color transparente es el que mostró mayor producción total de biomasa fresca, seguido por el (T₃) cubierta de color rojo. En la última evaluación, a los 33 dds, el T₃ (rojo) se iguala al T₄ (transparente) y las cubiertas fotoselectivas de color amarillo (T₁) y blanco (T₂) fueron los que mostraron menor producción total de biomasa fresca.

Estos resultados probablemente se deben a que el plástico de color transparente deja pasar todo tipo de luz aumentando la temperatura para óptimo crecimiento y desarrollo de hojas, tallos, fotosíntesis y enraizamiento de las plántulas; en comparación el plástico de color blanco tiene la capacidad de reflejar la luz lumínica y también se deben a la influencia de la luz en la fisiología de las plantas reportada por Hernández (1993) y Torres, (1994).

Estos resultados coinciden con la investigación hecha por Hoyos (1995) en plántulas de pepino observándose el mejor comportamiento en esta variable en el plástico transparente. No coinciden con la investigación hecha por Sánchez (2005) donde las cubiertas de color amarillo y blanco fueron mejores en el aumento de biomasa en las variables estudiadas en plántulas de lechuga superando a las cubiertas de color transparente. Estas diferencias

posiblemente se deban a que las especies de lechuga y pepino tienen diferente requerimiento de temperatura para óptimo crecimiento.

Cuadro 6. Análisis de varianza en la producción total de biomasa fresca de plántulas de pepino, en cuatro fechas de evaluación. UAAAN, 2006.

FV	GL	CUADRADOS MEDIOS			
		18 dds	23 dds	28 dds	33 dds
Trat	3	0.4047**	0.8478**	0.8751**	0.6409**
Error	12	0.0014	0.0067	0.0255	0.0760
CV, %		8.87	11.02	15.31	15.06

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

Cuadro 7 Comparación de medias en la producción total de biomasa fresca (g) de plántulas de pepino, en cuatro fechas de evaluación. UAAAN, 2006.

COLOR DE CUBIERTA	FECHA DE EVALUACIÓN, dds			
	18	23	28	33
Amarillo	0.192 ^z C	0.403 C	0.782 C	1.775AB
Blanco	0.218 C	0.338 C	0.559 C	1.286 B
Rojo	0.404 B	0.931 B	1.218 B	2.128A
Trasparente	0.879A	1.309A	1.611A	2.135A

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

Producción total de biomasa seca

Los resultados obtenidos por el ANVA en las cuatro evaluaciones mostraron que existen diferencias estadísticas altamente significativas con $P \leq 0.01$ (Cuadro 8) También al practicar la prueba DMS para observar la igualdad y diferencias entre tratamientos (Cuadro 9). La cubierta de color transparente (T₄) es la que mostró mayor producción total de biomasa seca en las cuatro evaluaciones.

Esto, posiblemente se debe a ciertas modificaciones de las cubiertas fotoselectivas de las características radiométricas de la luz solar que permiten modificar el comportamiento de las plantas.

Resultados que coinciden con la investigación realizada en Almería, España por Hoyos (1995) quien estudiando plántulas de pepino observó mejor comportamiento de esta variable en plástico transparente. No coinciden con los

resultados de Muñiz, (1994) quien en plántula de tomate en la variable de peso seco aéreo y radicular, los mejores resultados fueron en la cubierta plástica de color blanco; tampoco coinciden con Robledo *et al.* (2002) quienes reportan que la luz transmitida por las cubiertas plásticas de colores influye de manera diferente sobre la acumulación de materia seca en el cultivo de lechuga. Resultando sobresaliente el color blanco sobre otros colores como el naranja, verde, amarillo y rojo.

Cuadro 8. Análisis de varianza en la producción total de biomasa seca de plántulas de pepino, en cuatro fechas de evaluación. UAAAN, 2006.

FV	GL	CUADRADOS MEDIOS			
		18 dds	23 dds	28 dds	33 dds
Trat	3	0.0096**	0.0374**	0.0428**	0.0596**
Error	12	0.0004	0.0004	0.0019	0.0036
CV, %		30.86	15.76	18.91	16.94

FV = fuente de variación, GL = grados de libertad, Trat = tratamiento, dds = días d0.0019 después de siembra, CV = coeficiente de variación, ** = significativo con $P \leq .01$.

Cuadro 9. Comparación de medias en la producción total de biomasa seca de plántulas de pepino, en cuatro fechas de evaluación. UAAAN, 2006.

COLOR DE CUBIERTA	FECHA DE EVALUACIÓN, dds			
	18	23	28	33
Amarillo	0.038 B	0.069 C	0.165 B	0.342 B
Blanco	0.029 B	0.056 C	0.146 B	0.233 B
Rojo	0.055 B	0.139 B	0.238 B	0.328 B
Trasparente	0.136A	0.267A	0.374A	0.525A

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

Producción de biomasa fresca en el vástago

Para estas cuatro evaluaciones se practicó el ANVA correspondiente obteniendo como resultado, para cada una de ellas, diferencias estadísticas significativas con $P \leq 0.01$ entre los tratamientos (Cuadro 10); se les practicó su respectiva prueba de comparación de medias para observar la igualdad y diferencias entre tratamientos, se observó que en las primeras tres evaluaciones la cubierta transparente fue la mejor, seguido por la cubierta de

color rojo, pero en la última evaluación supera la cubierta roja a la transparente con un 19% (Cuadro 11).

Esto probablemente se debe a que el plástico rojo aumenta la proporción de radiación lumínica útil para la planta dentro del macrotúnel, de esta forma la planta aumenta las posibilidades de fotosíntesis y mejora el rendimiento de biomasa fresca en el vástago.

Estos resultados coinciden con trabajos hechos por Hoyos (1995), quien trabajando con plántulas de pepino obtuvo mejores resultados en el plástico rojo.

Cuadro 10. Análisis de varianza en la distribución de biomasa fresca en el vástago de plántulas de pepino, en cuatro fechas de evaluación. UAAAN, 2006.

FV	GL	CUADRADOS MEDIOS			
		18 dds	23 dds	28 dds	33 dds
Trat	3	0.0748**	0.1628**	0.1446**	0.2879**
Error	12	0.0015	0.0069	0.0067	0.0443
CV, %		13.46	18.36	13.19	20.00

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

Cuadro 11. Comparación de medias en la distribución de biomasa fresca en el vástago de plántulas de pepino, en cuatro fechas de evaluación. UAAAN, 2006.

COLOR DE CUBIERTA	FECHA DE EVALUACIÓN, dds			
	18	23	28	33
Amarillo	0.179 C	0.319 BC	0.521 BC	1.080AB
Blanco	0.193 C	0.282 C	0.425 C	0.686 B
Rojo	0.294 B	0.480 B	0.671 B	1.330A
Trasparente	0.476A	0.725A	0.861A	1.113AB

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

Producción de biomasa seca del vástago

En las cuatro evaluaciones realizadas para esta variable se encontraron diferencias significativas con ($P \leq 0.01$) entre los tratamientos (Cuadro 12). Se practico su respectiva comparación de medias para observar la igualdad y diferencias entre tratamientos (cuadro 13) se observó que en la última evaluación, en general, la cubierta transparente (T_4) es el que mas produjo biomasa seca del vástago, superando al resto de los tratamientos con 32.56%.

Posiblemente esto se debe a que el plástico transparente deja pasar la luz lumínica que las plantas utilizan como fuente de energía para transformar el CO_2 en compuestos orgánicos indispensables para la distribución de biomasa en el vástago.

Estos resultados no coinciden con los trabajos realizados por Hoyos (1995), quien trabajando con plántulas de pepino encontró que la mayor producción de biomasa seca se tiene con la cubierta roja.

Cuadro 12. Análisis de varianza en la distribución de biomasa seca del vástago de plántulas de pepino, en cuatro fechas de evaluación. UAAAN, 2006.

FV	GL	CUADRADOS MEDIOS			
		18 dds	23 dds	28 dds	33 dds
Trat	3	0.0015**	0.0042**	0.0054**	0.0141**
Error	12	0.0001	0.0002	0.0004	0.0013
CV, %		20.90	20.69	18.54	19.94

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

Cuadro 13. Comparación de medias en la distribución de biomasa seca del vástago de plántulas de pepino, en cuatro fechas de evaluación. UAAAN, 2006.

COLOR DE CUBIERTA	FECHA DE EVALUACIÓN, dds			
	18	23	28	33
Amarillo	0.028 B	0.042 BC	0.084 B	0.175 B
Blanco	0.024 B	0.038 C	0.072 B	0.116 B
Rojo	0.037 B	0.067 B	0.111 B	0.164 B
Trasparente	0.067A	0.109A	0.155A	0.259A

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

Producción de biomasa fresca en la raíz

Los resultados obtenidos con el ANVA muestran que en las cuatro evaluaciones existen diferencias significativas con $P \leq 0.01$ entre tratamientos (Cuadro 14). Al realizar la comparación de medias (Cuadro 15) por medio de la prueba DMS para observar la igualdad y diferencias entre tratamientos se observó, en general, como el mejor tratamiento en las cuatro evaluaciones, fue el 4 con cubierta transparente y comportándose en términos medios el tratamiento 3 con cubierta color rojo.

Posiblemente se debe a que la cubierta de color transparente deja pasar todo los rangos de luz, aumentando considerablemente la temperatura por lo que ayudan en el enraizamiento y crecimiento de toda la planta.

Bidwell (1990) reporto que la calidad de la luz en las bandas violeta, azul oscuro y azul son óptimas para el enraizamiento.

Estos resultados no coinciden en esta variable con Muñiz, (1994) donde dice que en peso fresco de la raíz, el mejor resultado se obtuvo con cubiertas de color blanco en plántulas de tomate.

Cuadro 14. Análisis de varianza en la distribución de biomasa fresca de la raíz de plántulas de pepino, en cuatro fechas de evaluación. UAAAN, 2006.

FV	GL	CUADRADOS MEDIOS			
		18 dds	23 dds	28 dds	33 dds
Trat	3	0.1308**	0.2790**	0.0187**	0.1313**
Error	12	0.0009	0.0015	0.0009	0.0176
CV, %		21.65	13.26	16.46	17.03

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

Cuadro 15. Comparación de medias en la distribución de biomasa fresca en la raíz de plántulas de pepino, en cuatro fechas de evaluación. UAAAN, 2006.

COLOR DE CUBIERTA	FECHA DE EVALUACIÓN, dds			
	18	23	28	33
Amarillo	0.017 C	0.084 C	0.259A	0.695 B
Blanco	0.024 C	0.056 C	0.121 B	0.601 B
Rojo	0.112 B	0.451 B	0.127 B	0.798AB
Trasparente	0.402A	0.584A	0.219A	1.022A

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

Producción de biomasa seca en la raíz

Para esta variable se practicó el ANVA correspondiente obteniendo como resultado, para cada una de ellas, diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.01$) entre tratamientos (Cuadro 16). Se realizaron las comparaciones de medias (DMS) para observar la igualdad y diferencias (Cuadro 17) y resultó que en la última evaluación, en general, la cubierta transparente (T_4) es la que más produjo biomasa seca de la raíz, superando al resto de los tratamientos.

Probablemente se debe a que el plástico de color transparente deja pasar la luz necesaria para la acumulación de biomasa en la raíz.

Estos resultados concuerdan con lo obtenido por Hoyos (1995) quien trabajando con plántulas de pepino encontró que la cubierta transparente y rosada fueron favorables, que se comportaron estadísticamente iguales y no coincide con Muñiz (1994), trabajando con tomate donde los mejores resultados en peso seco radicular fueron en la cubierta plástica de color blanco.

Cuadro 16. Análisis de varianza en la distribución de biomasa seca de la raíz de plántulas de pepino, en cuatro fechas de evaluación. UAAAN, 2006.

FV	GL	CUADRADOS MEDIOS			
		18 dds	23 dds	28 dds	33 dds
Trat	3	0.0034**	0.0164**	0.0179**	0.0158**
Error	12	0.0000	0.0001	0.0006	0.0011
CV, %		18.22	16.08	20.02	18.58

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

CV = coeficiente de variación, ** = significativo con $P \leq 0.01$.

Cuadro 17. Comparación de medias en la distribución de biomasa seca en la raíz de plántulas de pepino, en cuatro fechas de evaluación. UAAAN, 2006.

COLOR DE CUBIERTA	FECHA DE EVALUACIÓN, dds			
	18	23	28	33
Amarillo	0.009 ^z BC	0.026 C	0.082 B	0.167 B
Blanco	0.006 C	0.018 C	0.074 B	0.116 B
Rojo	0.017 B	0.072 B	0.127 B	0.164 B
Trasparente	0.068A	0.158A	0.219A	0.266A

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

Área foliar

De acuerdo al ANVA (Cuadro 18) en tres las primeras evaluaciones se encontraron diferencias significativas con ($P \leq 0.01$) y en la última con ($P \leq 0.05$). Al realizar la comparación de medias (Cuadro 19) por medio de la prueba DMS para observar la igualdad y diferencias entre tratamientos se observó que en la primera y segunda evaluación la cubierta transparente fue la de mayor área foliar, seguida por la roja pero en la última evolución las supera la cubierta amarilla con 18%.

Probablemente debe a que la cubierta amarilla refleja la luz amarilla y se aprovecha principalmente luz violeta, azul y roja, que la planta lo utiliza para la acumulación de área foliar.

Estos resultados concuerdan con de Domínguez (2005) trabajando con plántulas de tomate de cáscara obtuvo mejores resultados con respecto a esta variable en la cubierta fotoselectiva de color amarillo.

Los resultados de esta investigación no concuerdan con trabajos realizados por Hoyos (1995) en pepino observándose el mejor comportamiento en esta variable en el plástico rojo.

Cuadro 18. Análisis de varianza en el área foliar de plántulas de pepino, en cuatro fechas de evaluación. UAAAN, 2006.

FV	GL	CUADRADOS MEDIOS			
		18 dds	23 dds	28 dds	33 dds
Trat	3	11.339**	21.916**	47.819**	76.921*
Error	12	0.245	1.752	2.032	19.481
CV, %		8.65	15.39	11.95	20.83

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 19. Comparación de medias en la acumulación de área foliar en plántulas de pepino, en cuatro fechas de evaluación. UAAAN, 2006.

COLOR DE CUBIERTA	FECHA DE EVALUACIÓN, dds			
	18	23	28	33
Amarillo	4.245 C	7.120 B	9.440 B	25.195A
Blanco	4.477 C	6.535 B	8.555 B	15.055 B
Rojo	6.397 B	9.012AB	14.092A	23.190AB
Trasparente	7.800A	11.732A	15.617A	21.300AB

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

Número de hojas

El análisis de varianza para número de hojas muestra que existen diferencias estadísticas significativas con $P \leq 0.05$ entre los tratamientos. De acuerdo con la comparación de medias, el (T₄) plástico de color transparente fue el de mayor número de hojas, seguido por el tratamiento con plástico de color rojo (T₃). Presentando menos hojas el plástico color amarillo (T₁) y blanco (T₂).

Esto probablemente se debe a que las plántulas necesitan de la luminosidad para los procesos vitales de las mismas. Pues las funciones más importantes en el desarrollo de las plantas se deben a la energía luminosa; así tenemos que la luz además de intervenir en la fotosíntesis interviene en el fotoperiodo, fototropismo, crecimiento de los tejidos, floración, etc. (Hernández, 1993; Torres, 1994).

Los resultados de esta investigación concuerdan con trabajos realizados por Hoyos (1995) en pepino observando el mejor comportamiento en esta variable en el plástico transparente.

Altura de plántula

El análisis de varianza para altura de planta muestra que no existen diferencias estadísticas significativas en ninguno de los cuatro tratamientos. Aunque considerando que la cubierta fotoselectiva de color amarillo (T₁) fue la de mayor altura seguida por el transparente (T₄). Los (T₂) y (T₃) fueron de menor altura.

Esto probablemente se debe a que el plástico de color transparente deja pasar la luz e incrementa la temperatura dentro del macrotúnel y acelera los procesos fisiológicos de la planta.

Estos resultados concuerdan con los reportados por Torres (1983) al trabajar con tomate establecido bajo cubiertas plásticas de colores quien encontró que la cubierta amarilla permitió a las plantas de tomate mayor asimilación de CO₂, que se tradujo en mayor vigor, altura de planta.

Diámetro de tallo

De acuerdo al análisis de varianza para el diámetro de tallo se observó que existen diferencias significativas ($P \leq 0.01$) entre tratamientos. Al realizar la comparación de medias con la prueba de DMS para observar la igualdad y diferencias entre tratamientos se observó que el plástico transparente (T_4) y rojo (T_3) obtuvieron más diámetro, seguido por la cubierta amarilla (T_1), el (T_2) fue el de menos diámetro durante el periodo evaluado.

Estos resultados posiblemente se debe a que el plástico transparente deja pasar las radiaciones que se difunden a través del material y como consecuencia, se reparte mejor la luz para las plántulas.

Estos resultados concuerdan con lo encontrado por Hoyos (1995) en relación a que el plástico testigo estándar (transparente) que fue el que más diámetro de tallo acumuló, seguido por el plástico rojo y no concuerdan con trabajos hechos por Muñiz, (1994). Ledesma, (1994) donde el diámetro de plántulas de tomate el mejor tratamiento fue la cubierta plástica de color blanco seguido del color lila.

CONCLUSIONES

Considerando los objetivos, la hipótesis y las condiciones donde se efectuó la presente investigación además de haber efectuado todas las actividades y análisis de datos necesarios, se llegó a las siguientes conclusiones:

La hipótesis no se cumplió por que probablemente en pepino *Cucumis sativus L.* la luminosidad tiene una importancia en todos los procesos vitales de este cultivo.

El plástico de color transparente es el que sobresale en casi todas las variables excepto en altura de plántula y acumulación de área foliar. De las cubiertas foselectivas la cubierta de color amarillo fue la que sobresalió sobre todas las otras.

En la distribución de biomasa fresca en el vástago la cubierta con mejor resultados fue el plástico foselectivo de color rojo.

Las cubiertas de color transparente y amarilla son las que permiten producir plántulas de pepino con mayor calidad en función de las variables evaluadas.

Es muy importante seguir trabajando con este tipo de investigación diversificando materiales plásticos así como cultivos; los plásticos son la tendencia a la agricultura futura de nuestro país.

LITERATURA CITADA

- Benavides M., A.; Ramírez R.H.; Robledo T., V.; Hernández D. J. 2002. Punto de compensación fotosintético y su correlación con la biomasa de espinacas bajo películas de polietileno. *Agrofaz* .2 (2): 127- 134.
- Bidwell R., G. S. 1990. *Plant Physiology*. Ed. MacMillan Publishing Co., Inc. New York.643p.
- Careaga A., A. 1977. Estudio comparativo de costos en dos métodos de siembra de tomate (*Lycopersicon esculentun Mil*) en suelo de Cadereyta Jiménez, N.L. ITESM, Div. Ciencias Agropecuarias y Marítimas. Tesis de Administración. Monterrey, N.L, México.
- Daza O., C. A. 1994. Respuesta de plántulas de coliflor (*Brassica oleracea* var. Botrytis) bajo cubiertas plásticas de colores en microtúneles. Tesis de licenciatura. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Domínguez R., A. 2005. Uso de Cubiertas Foselectivas para la Producción de Plántulas de Hortalizas. Tesis de Maestría. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila.
- Folquer, F. 1976. *El Tomate. Estudio de la Planta y su Producción Comercial*. 1ª Edición Hemisferio Sur, Buenos Aires, Argentina.
- 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 transplanted horticultural crops. *Crop Research*. 28 (1, 2 &3): 50-59.
- Hernández D., J.; Robledo T., V.; Benavides M., A. 2002. Producción de trasplantes de brócoli con cubiertas foselectivas. *Agrofaz*, 2 (1): 25 - 29.
- Hernández D., J. 1993. *Curso de fisiología de hortalizas*. UAAAN, Departamento de Horticultura, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

- Hoyos E., P. 1995. Parámetros de Calidad en Plántulas Hortícolas. II Jornadas Sobre Semillas Hortícolas. Ed. Dirección General de la Producción Agraria 35/96. Congreso y Jornada, Almería, España. 278 p.
- Ibarra J., L. 1991. Semiforzado de Cultivos Mediante el Uso de Plásticos. Ed. Limusa, 1ª. Edición. 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
- Ledesma V., M. A. 1994. Efectos de cubiertas plásticas de colores en la producción de plántulas de Brócoli (*Brassica oleracea var. Italica*). Tesis de licenciatura. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 82p.
- Mendoza H., J. M. 1983. Diagnóstico Climático para la influencia inmediata a la UAAAN.
- Montbrun, N.; Rastelli, V.; Montbrun D., F.; Bousa A., S. 1999. Memorias del IV Congreso Latinoamericano de Energía Solar, Ambiente e Innovación Tecnológica Celebrada en el mes de septiembre de 1999. Univ. Simón Bolívar, Caracas, Venezuela. Pp 1 - 10.
- Muñiz V., A. 1993. Producción de planta de tomate (*Lycopersicon esculentum Mill*) Bajo cubiertas plásticas de colores. Tesis de licenciatura. UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Papaseit P., J. Badiola y E. Armaguel. 1998. los plásticos en la agricultura. Ediciones de Horticultura, S. L. Printed in Spain.
- Orzolek M., D. 1995. Is there a difference in red mulch. Natl. Agr. Plastic. Congr. 26:120-126.
- Rajapakse N., C.T.; Cerny S., B.; Wilson. 2000. Photosensitive for plant growth regulation. FlowerTech. 3 (8):32-35.
- Robledo T., V.; Hernández D., J.; Benavides M., A. 2002. Uso de cubiertas plásticas de colores sobre la producción de lechuga. Agrofaz, 2 (1): 45 - 50.
- Robledo de P., F. y L. M. Vicente. 1981. Aplicación de los Plásticos en la Agricultura. 2ª edición. Ed. Mundi- Prensa, Madrid, España. 572p.

- Rosa E. 1996. Evolución de los Sistemas de Producción de Plantines. Horticultura internacional. 12:24-26. España.
- Sánchez V., S. 1992. El desarrollo de las películas plásticas para el acolchado agrícola con durabilidad controlada a base de aditivos foto y fotobiodegradables. (Programas: Nueva Laguna). Proyecto PRONASOL-CONACYT-CIQA. Saltillo, Coahuila, México.
- SARH. 1994. Prontuario de Agenda Técnica Agrícola. Ciclo primavera- verano 1991,1992 y 1993. Saltillo, Coahuila, México.
- Serrano C., Z. 1990. Técnicas de Invernadero. Ed. P.A.O. Suministros Gráficos, S.A. Sevilla España.
- Siap.sagarpa.gob.mx. Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera SIAP, SIACON, Anuario Agrícola por Municipio, SAGARPA. Consulta de Indicadores de Producción Nacional de Pepino 2003.
- Torres R., E.1984. Agrometeorología. Ed. Diana, México, D.F.
- Valadez L., A. 1998. Producción de Hortalizas. Ed. Limusa S.A. de C.V. México D.F.
- Wageningen, T. 1994. Por aquí empieza una buena semilla. Revista Horticultura No. 99. España.