

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”**

**DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**



**ANÁLISIS DE CRECIMIENTO EN PLÁNTULAS DE CALABACITA Y  
PEPINO POR EFECTO DE CUBIERTAS PLÁSTICAS  
FOTOSELECTIVAS**

**Por:**

**OMAR GÓMEZ ESCOBAR**

**TESIS**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER**

**EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

**Buenvista, Saltillo, Coahuila, México**

**Octubre de 2008**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

ANÁLISIS DE CRECIMIENTO EN PLÁNTULAS DE  
CALABACITA Y PEPINO POR EFECTO DE CUBIERTAS  
PLÁSTICAS FOTOSELECTIVOS

TESIS

Presentada por:

OMAR GÓMEZ ESCOBAR

QUE SE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO  
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

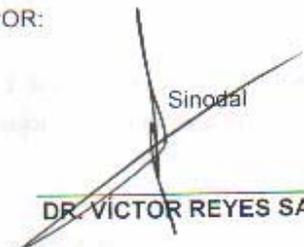
INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

APROBADA POR:

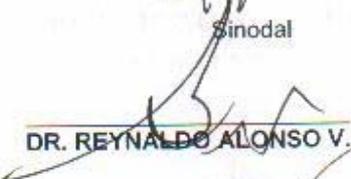
Presidente del jurado

  
DR. JOSÉ HERNÁNDEZ DÁVILA

Sinodal

  
DR. VÍCTOR REYES SALAS

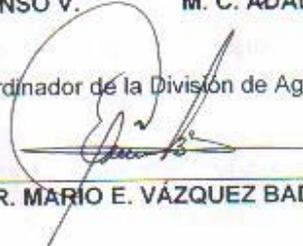
Sinodal

  
DR. REYNALDO ALONSO V.

Sinodal

  
M. C. ADALBERTO HERNÁNDEZ F.

Coordinador de la División de Agronomía

  
DR. MARIO E. VÁZQUEZ BADILLO

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Octubre de 2008

## **DEDICATORIAS**

*A MIS PADRES:*

*SR. JULIO GÓMEZ COELLO (+).*

*SRA. ANASTACIA ESCOBAR MALDONADO.*

Con respeto, cariño y mucho amor, principalmente por haberme dado la vida y por sus esfuerzos, sacrificios, sus nobles consejos y dando siempre lo que esta a su alcance para sus hijos, con el único fin de ayudar y en mi caso para alcanzar este logro; también por su comprensión en los momentos más difíciles.

*A MIS HERMANOS (AS):*

*ROSI, CONCHI, CHAYITO, DORIS, JOSÉ M.*

Por su gran apoyo incondicionalmente y sus consejos, uniéndose al gran esfuerzo de mis padres; deseándoles lo mejor y salud tanto a ellos como a mis padres.

*A MIS SOBRINOS (AS) Y CUÑADOS (AS):*

*MAGUI, ANGELITA, VICTORIA, ALEJANDRA, DÁMARIS, CARLITOS, JOSÉ, KARLITA,*

*ANDREA, VIKI ALONDRA Y A LA QUE ACABA DE NACER XIMENA.*

*MAYOLA, HERMINIO, PATRICIO, ANTONIO.*

Con mucho cariño comparto con ustedes este esfuerzo y logro.

*A TODA MI FAMILIA POR SU APOYO BRINDADO DURANTE MI ESTANCIA EN LA  
UNIVERSIDAD.*

## **AGRADECIMIENTOS**

Primeramente a *DIOS NUESTRO SEÑOR*, a quien debo mi existencia, lo que soy y lo que tengo, porque gracias a esto me ha permitido forjarme como profesionalista y a quien pido mas ayuda para poder seguir adelante.

A *LA UAAAN*, por abrirme sus puertas y aceptarme en su seno y así poder alcanzar esta meta.

*AL DR. JOSÉ HERNÁNDEZ DÁVILA*, por su paciencia y gran ayuda como asesor, aportando sus conocimientos e ideas para culminar este trabajo.

*AL M. C. ADALBERTO HERNÁNDEZ F.* por su amistad y su colaboración en la realización de este trabajo.

*AI DR. VÍCTOR REYES SALAS Y DR. REYNALDO ALONSO VELAZCO*, por su colaboración incondicional en la realización de este trabajo.

A mis maestros: Gracias porque con sus enseñanzas logré esta meta.

*AL ING. MANUEL RAMÍREZ CERDA*, por su gran apoyo para el establecimiento de este trabajo y por su amistad.

A la familia García López por haberme apoyado en los momentos de flaqueza.

A la familia Cisneros Mendoza por su amistad firme y desinteresada.

A mis amigos, mencionarlos y omitir algunos seria una falta de respeto, a todos ellos muchas gracias.

A Mishell Sherlin, por ser fuente inagotable de inspiración sublime... ¡Gracias!

## INDICE DE CONTENIDO

	Pág.
DEDICATORIAS -----	i
AGRADECIMIENTOS -----	ii
INDICE DE CONTENIDO -----	iii
INDICE DE CUADROS -----	v
INDICE DE FIGURAS -----	vii
RESUMEN -----	ix
I.- INTRODUCCIÓN -----	1
Objetivos -----	3
Hipótesis -----	3
II.- REVISIÓN DE LITERATURA -----	4
El cultivo del pepino -----	4
Origen e historia -----	4
Importancia económica -----	4
Requerimientos climáticos -----	4
El cultivo de la calabacita -----	5
Origen e historia -----	5
Importancia económica -----	5
Requerimientos climáticos -----	5
Impacto económico -----	6
Modificaciones microambientales -----	6
Trabajos de investigación -----	8

Análisis de crecimiento -----	10
III.- MATERIALES Y MÉTODOS -----	11
Localización y características del sitio experimental -----	11
Diseño experimental y tratamientos-----	11
Siembra -----	12
Variables evaluadas -----	12
Materia seca estimada -----	12
Área foliar estimada-----	12
Análisis de crecimiento -----	12
Análisis estadístico -----	13
IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN -----	14
Área foliar estimada -----	14
Materia seca estimada -----	16
Tasa de crecimiento del cultivo -----	17
Tasa relativa de crecimiento -----	20
Tasa de asimilación neta -----	26
Relación de área foliar -----	30
Relación raíz:vástago -----	31
V.- CONCLUSIONES -----	37
VI.- LITERATURA CITADA -----	38

## INDICE DE CUADROS

Cuadro	Pág.
1 Fuentes de variación, cuadrados medios y coeficiente de variación para el área foliar estimada, en dos especies de cucurbitáceas y cinco fechas de muestreo -----	15
2 Comparación de medias (DMS) en el área foliar por planta en dos especies de cucurbitáceas y cinco fechas de evaluación -----	16
3 Fuentes de variación, cuadrados medios y coeficiente de variación para la materia seca estimada, en dos especies de cucurbitáceas y cinco fechas de muestreo -----	17
4 Comparación de medias (DMS) en la acumulación de materia seca en dos especies de cucurbitáceas y cinco fechas de evaluación -----	18
5 Fuente de variación, cuadrados medios y coeficiente de variación en la tasa de crecimiento del cultivo en dos especies de cucurbitáceas y cuatro fechas de evaluación -----	19
6 Comparación de medias (DMS) en la tasa de crecimiento del cultivo en dos especies de cucurbitáceas y cuatro fechas de evaluación -----	21
7 Fuente de variación, cuadrados medios y coeficiente de variación en la tasa relativa de crecimiento en dos especies de cucurbitáceas y cuatro fechas de evaluación -----	23
8 Comparación de medias (DMS) en la tasa relativa de crecimiento en dos especies de cucurbitáceas y cuatro fechas de evaluación -----	24
9 Fuente de variación, cuadrados medios y coeficiente de variación en la	

	tasa de asimilación neta en dos especies de cucurbitáceas y cuatro fechas de evaluación -----	27
10	Comparación de medias (DMS) en la tasa de asimilación neta en dos especies de cucurbitáceas y cuatro fechas de evaluación -----	28
11	Fuente de variación, cuadrados medios y coeficiente de variación en la relación de área foliar en dos especies de cucurbitáceas y cuatro fechas de evaluación -----	31
12	Comparación de medias (DMS) en la relación de área foliar en dos especies de cucurbitáceas y cuatro fechas de evaluación -----	32
13	Fuente de variación, cuadrados medios y coeficiente de variación en la relación raíz : vástago en dos especies de cucurbitáceas y cuatro fechas de evaluación -----	34
14	Comparación de medias (DMS) en la relación raíz : vástago en tres especies de cucurbitáceas y cuatro fechas de evaluación -----	35

## INDICE DE FIGURAS

Fig.		Pág.
1	Tasa de crecimiento del cultivo en plántulas de calabacita por efecto del color de cubierta. T1= cubierta de plástico transparente, T2= cubierta de plástico amarillo, T3= cubierta de plástico blanco, T4= cubierta de plástico rojo -----	22
2	Tasa de crecimiento del cultivo en plántulas de pepino por efecto del color de cubierta. T1= cubierta de plástico transparente, T2 cubierta de plástico amarillo, T3= cubierta de plástico blanco, T4 cubierta de plástico rojo -----	22
3	Tasa relativa de crecimiento en plántulas de calabacita por efecto del color de cubierta. T1= cubierta de plástico transparente, T2= cubierta de plástico amarillo, T3= cubierta de plástico blanco, T4= cubierta de plástico rojo -----	25
4	Tasa relativa de crecimiento en plántulas de pepino por efecto del color de cubierta. T1= cubierta de plástico transparente, T2= cubierta de plástico amarillo, T3= cubierta de plástico blanco, T4= cubierta de plástico rojo -----	25
5	Tasa de asimilación neta en plántulas de calabacita por efecto del color de cubierta. T1= cubierta de plástico transparente, T2= cubierta de plástico amarillo, T3= cubierta de plástico blanco, T4= cubierta de plástico rojo	

-----	29
6 Tasa de asimilación neta en plántulas de pepino por efecto del color de cubierta. T1= cubierta de plástico transparente, T2= cubierta de plástico amarillo, T3= cubierta de plástico blanco, T4= cubierta de plástico rojo	
-----	29
7 Relación de área foliar en plántulas de calabacita por efecto del color de cubierta. T1= cubierta de plástico transparente, T2= cubierta de plástico amarillo, T3= cubierta de plástico blanco, T4= cubierta de plástico rojo	
-----	33
8 Relación de área foliar en plántulas de pepino por efecto del color de cubierta. T1= cubierta de plástico transparente, T2= cubierta de plástico amarillo, T3= cubierta de plástico blanco, T4= cubierta de plástico rojo	
-----	33
9 Relación raíz:vástago en plántulas de calabacita por efecto del color de cubierta. T1= cubierta de plástico transparente, T2= cubierta de plástico amarillo, T3= cubierta de plástico blanco, T4= cubierta de plástico rojo	
-----	36
10 Relación raíz:vástago en plántulas de pepino por efecto del color de cubierta. T1= cubierta de plástico transparente, T2= cubierta de plástico amarillo, T3= cubierta de plástico blanco, T4= cubierta de plástico rojo	
-----	36

## RESUMEN

El trabajo se realizó en la UAAAN, con calabacita y pepino, y se probaron cuatro cubiertas plásticas fotoselectivas con el objetivo de evaluar el crecimiento de éstas hortalizas. Se midieron el área foliar y el peso seco y con ellos se construyeron cinco índices fisiotécnicos. El área foliar y la materia seca estimados, mostraron diferencias significativas en las cinco fechas evaluadas y los valores máximos observados fueron  $57.91$  y  $53.98 \text{ cm}^2 \cdot \text{planta}^{-1}$  y  $0.9452$  y  $0.8026 \text{ g} \cdot \text{planta}^{-1}$ , en calabacita y pepino, respectivamente. Los valores de la TCC, TRC, TAN y RAF fueron superiores al usar las cubiertas fotoselectivas; sobresalen las cubiertas color amarillo y blanco con diferencias significativas con respecto a los valores obtenidos al usar la cubierta transparente. En la RRV parecen ser importantes tanto la intensidad de la radiación como la temperatura ya que con la cubierta transparente se logró mayor valor de éste índice. El crecimiento, en plantas de calabacita y pepino, se aceleró al utilizar las cubiertas color amarillo y blanco y se producen mejores trasplantes de éstas hortalizas en comparación con los obtenidos al usar plástico transparente como cubierta.

**PALABRAS CLAVE:** *Cucurbita pepo*, *Cucumis sativum*, índices fisiotécnicos, cubiertas plásticas de color.

## I.- INTRODUCCIÓN

El uso de materiales plásticos para la producción de hortalizas es una práctica cada vez más común entre los horticultores. Los agroplásticos son utilizados en las diferentes técnicas de plasticultura como el acolchado de suelos, los microtúneles, los macrotúneles y los invernaderos; estas técnicas, han probado ser técnica y económicamente viables. Así, se ha comprobado que tienen efectos favorables en el ahorro de agua, en la precocidad de los cultivos, en un mejor uso de los fertilizantes, en el ahorro de mano de obra, en el control de las malezas y en el incremento del rendimiento (Robledo y Martín, 1981; Matallana y Montero, 1989; Serrano, 1990).

Por otra parte, la calidad de la luz tiene efectos fotomorfogénicos que alteran la expresión fenotípica de las plantas; como por ejemplo, en el tamaño y forma de las hojas, la longitud de los entrenudos, el grado de ramificación, el enraizamiento, la germinación y, en el crecimiento en general (Bidwell, 1990; Sivori *et al.*, 1980; Serrano, 1990; Taiz y Zeiger, 1991). Así, radiaciones azules y rojas son más favorables para el desarrollo horizontal de las plantas (tallos menos largos y más gruesos, mayor peso de hojas, mayor peso de raíces, etc.). Bueno (1984) citó que la calidad de la luz tiene diferentes efectos en procesos como germinación, crecimiento de tallo, tamaño de hoja, fotosíntesis y enraizamiento. La calidad de la

luz en colores como violeta, azul oscuro y azul son óptimos para todos estos procesos excepto para crecimiento del tallo. Por el contrario, colores como el amarillo y el verde no son tan buenos (son regulares) para los procesos citados. Salisbury y Ross (1994) de alguna manera corroboraron lo anterior al citar que los colores verde y verde amarillo son absorbidos en muy pequeña cantidad por las clorofilas *a* y *b*. Por otra parte, autores como Matallana y Montero (1989), Robledo y Martín (1981) y Serrano (1990) citaron que el PE (polietileno) absorbe del 5-30 %, refleja del 10-14 % y su poder de difusión es bajo aunque, estas propiedades varían con el espesor y el color del PE. También, reportaron que el PVC (cloruro de polivinilo) absorbe el 5 %, refleja del 5-8 % y su poder de difusión es mayor al del PE. Es decir, en general, el PVC tiene mayor poder de transmisión de la luz que el PE.

Sin embargo, ahora es necesario eficientar la aplicación de los agroplásticos y una de las formas de lograr lo anterior, es mediante el uso de películas plásticas de diferentes colores las cuales según Benavides *et al.* (2002), Hernández *et al.* (2002) y Robledo *et al.* (2002) en experimentos previos, han probado ser más eficientes en la utilización de la luz, en la producción de trasplantes y en el incremento del rendimiento de diversas hortalizas.

En base de lo anterior, se realizaron dos experimentos con los

## **OBJETIVOS**

De evaluar, mediante análisis de crecimiento de plántulas de calabacita y pepino, cuatro cubiertas plásticas de diferente color para producir trasplantes de calidad.

Para cumplir con los objetivos anteriores se plantea la siguiente

## **HIPÓTESIS**

Con al menos una de las cubiertas de colores se producirán mejores trasplantes de calabacita y pepino en comparación con aquellos producidos bajo cubierta transparente de uso normal en esta actividad.

## II.- REVISIÓN DE LITERATURA

### El Cultivo Del Pepino

Origen e historia. El pepino *Cucumis sativus* L. tiene origen incierto. Hay teorías que aseguran que es originario de la India y que se cultiva desde hace más de 3000 años. Hacia 140 a. de C. llegó a China. Otra de las teorías sitúa el origen del pepino en África Tropical y parece ser que desde épocas muy antiguas fue conocido por los Egipcios y después fue cultivado por los Griegos y Romanos.

Importancia económica. La importancia del pepino se puede manifestar por su superficie sembrada que en los noventas, fue cerca de 16 mil hectáreas con una producción de casi 250 mil toneladas. También, por su elevado índice de consumo pues sirve de alimento tanto en fresco como industrializado. Además, genera una gran cantidad de divisas pues el 94.8 % de la producción se exporta hacia los Estados Unidos.

Requerimientos climáticos. Al igual que otras cucurbitáceas, el pepino es una hortaliza de clima cálido por lo cual no tolera heladas. La temperatura para el desarrollo del pepino oscila entre 18 y 30 °C, siendo la óptima de 25 °C. Si se presentan temperaturas menores de 14 °C se detiene su crecimiento y, si estas temperaturas frescas permanecen hasta la floración, las flores femeninas

presentan problemas en la fecundación (Guenko, 1983). Requiere humedad relativa alta, entre 70 y 90 %, y es muy exigente en luminosidad, en especial en la floración.

#### El Cultivo De La Calabacita

Origen e historia. La calabacita *Cucurbita pepo* L. se considera originaria de México y América Central (Vavilov citado por Valadez, 1998) de donde fue distribuida a América del Norte y del Sur. Sus orígenes se remontan al año 7000 a. de C.

Importancia económica. Con respecto a las cucurbitáceas, la calabacita ocupa el primer lugar por superficie sembrada, debido a su alta rentabilidad, fácil manejo y gran demanda de mano de obra (Valadez, 1998). Además, genera una gran cantidad de divisas pues en el año 2000 el valor de las exportaciones de calabacita fue de 252 millones de dólares (De Santiago, 2001).

Requerimientos climáticos. La calabacita tiene menores requerimientos térmicos que el melón y el pepino. Su cero vegetativo puede ser fijado aproximadamente en 8 °C, el intervalo térmico para germinar está entre 21 y 35 °C, el mínimo térmico para germinar es 15.5 °C y la temperatura óptima de crecimiento se sitúa entre 25 y 35 °C (Guenko, 1983). Requiere humedad relativa alta, entre 65 y 80 %, y es muy exigente en luminosidad.

## Impacto económico

Además, si consideramos que en México se siembran aproximadamente 550 mil hectáreas de hortalizas se puede deducir que la actividad hortícola de producción de estas especies, involucra varios millones de dólares de los cuales la compra y colocación de los agroplásticos emplea una buena parte. Solo la producción de trasplantes representa una actividad que en promedio demanda \$ 7500.00 por ha. Por ello, el impacto económico que pudieran tener el uso de las cubiertas plásticas foselectivas en las técnicas de plasticultura para la producción de hortalizas puede ser considerable.

## Modificaciones microambientales

La radiación incidente en un cultivo está disponible, sin costo, para ser utilizada por las plantas; sin embargo, ésta radiación llega en poca cantidad a los estratos inferiores del dosel con lo cual, la eficiencia fotosintética de la planta es baja (Steer y Pearson, 1976) y, por tanto el rendimiento es reducido. Una forma sencilla de manipular la radiación incidente, es utilizar plásticos de colores, para guiar la expresión del componente genético de las plantas hacia objetivos particulares (Bradburne *et al.*, 1989). El polietileno más utilizado ha sido el negro, pero se han encontrado beneficios adicionales con el desarrollo de polietilenos de diversos colores. Estos colores, además de bloquear el paso de la luz producen reflexión, con lo cual aportan luz al envés de las hojas y, estimulan la fotosíntesis. Además, en el suelo cubierto con plástico se producen una serie de reacciones químicas

que modifican la disponibilidad de nutrimentos para las plantas y la velocidad de reacción de los procesos químicos que ahí se desarrollan (Lamont *et al.*, 1993; López *et al.*, 1997).

También, se consigue reducir la temperatura en uno o dos °C en las horas de máxima luminosidad (Serrano, 1990). Y Bueno (1984), reportó que la calidad de luz en las bandas violeta, azul oscuro y azul son óptimas para germinación, el tamaño de la hoja y para el enraizamiento; en cambio, la luz en las bandas verde y amarilla es regular para estos mismos procesos. El color anaranjado es óptimo para germinación.

Las modificaciones microambientales inducidas por el plástico se refieren a los cambios en la cantidad y distribución de la humedad del suelo (Sanders *et al.*, 1986), mayor concentración de CO<sub>2</sub> en el dosel vegetal (Benavides *et al.*, 1998), mayor disposición de radiación activa para la fotosíntesis (Quero *et al.*, 1993), aumento ó disminución en la temperatura del suelo y del aire, normalmente en el perfil de 0 – 30 (Taber, 1983; Hanna *et al.*, 1997; Tarara, 2000). El impacto microambiental del plástico agrícola depende en buena medida de las propiedades ópticas de material (Benavides *et al.*, 1998). La reflectancia o albedo, la absorbancia y la transmitancia o transparencia en longitudes de onda específicas cambian drásticamente tanto la radiación transmitida directamente al suelo por el material como la absorbida por el propio plástico, radiación que posteriormente es irradiada como radiación térmica de mayor longitud de onda (Tarara, 2000).

Por otra parte, la irradiancia y el balance espectral de la radiación reflejada tienen influencia sobre la actividad fotosintética de la planta (Kasperbauer, 1988), sobre la temperatura del dosel, la composición química de la biomasa vegetal y sobre las respuestas morfogénicas de la planta (Kasperbauer, 1992). Todo esto, convierte a los plásticos agrícolas en herramientas no solo para el manejo microambiental de los cultivos, también los hace útiles dispositivos para el control del metabolismo y la morfogénesis de las plantas.

#### Trabajos de investigación

Torres (1990) al trabajar con tomate, rábano y chícharo establecidos bajo cubiertas plásticas de color amarillo o transparente, determinó que la cubierta amarilla le permitió a las plantas de los cultivos citados asimilación mayor de CO<sub>2</sub> que se tradujo en mayor vigor, tamaño y calidad de frutos. Además, características como altura de planta, número de entrenudos y longitud de los mismos también fueron influidas positivamente.

Hernández *et al.* (2002), evaluaron diferentes películas fotoselectivas, usadas como cubierta de microtúnel, por su efecto en la producción de planta de brócoli. En función de las variables: días a emergencia, altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas, peso seco de la parte aérea y peso seco de la parte radical, los trasplantes de mejor calidad fueron obtenidos al cubrir el microtúnel con policloruro de vinilo (PVC) de color blanco y violeta, seguidos por los trasplantes producidos en microtúnel cubierto con polietileno (PE) de color amarillo y anaranjado.

Robledo *et al.* (2002), estudiaron cinco diferentes colores de cubierta de microtúnel y un testigo sin cubierta con el objetivo de estimar su influencia en la producción de biomasa y morfología de la planta de lechuga. Sus resultados mostraron diferencias estadísticas en las variables número de hojas por planta, peso seco de la cabeza, ancho de hojas y peso fresco de la cabeza. Concluyeron que con cubiertas de color blanco lechoso se influye favorablemente en el cultivo de lechuga.

Benavides *et al.* (2002) evaluaron diferentes materiales plásticos para acolchado de distinta base polimérica y de diferentes colores. Encontraron diferencias en la cantidad de radiación activa para la fotosíntesis reflejada por cada tipo de material, describieron distinciones significativas en el balance espectral de la radiación al utilizar los índices Azul/Rojo y Rojo/Rojo lejano. Así mismo, hicieron una clasificación de los diferentes materiales plásticos de acuerdo a la respuesta esperada de la planta.

Domínguez (2005), trabajó con cubiertas fotoselectivas para producir trasplantes de tomate de cáscara y reportó disminución de la radiación total incidente y de la radiación fotosintéticamente activa por efecto de este tipo de cubiertas. La disminución de la primera fue hasta de 71 % al usar cubierta color rojo y de la segunda hasta de 45.4 % al usar cubierta color amarillo. Sin embargo la disminución de la radiación permitió obtener trasplantes de mayor calidad.

## Análisis de crecimiento

En relación al análisis de crecimiento el peso seco es el criterio más apropiado para medir el crecimiento y la magnitud del sistema de asimilación de la planta y el área foliar es la medida usual del tejido fotosintetizador de una comunidad de plantas y es importante, porque ésta determina la cantidad o importe de energía solar que se absorbe y convierte a materiales orgánicos (Radford, 1967; Taiz y Zeiger, 1991).

La morfogénesis y la diferenciación son los procesos del crecimiento y se pueden medir mediante la tasa de crecimiento del cultivo (TCC), en función de la cantidad de materia seca en crecimiento presente, la tasa relativa de crecimiento (TRC), en relación a la influencia del ambiente, la tasa de asimilación neta (TAN), en relación a la respuesta a la luz fotosintéticamente activa, la relación de área foliar (RAF), en relación a la biomasa para producir material fotosintético y la relación raíz:vástago (RRV), en relación a la producción del sistema radical (Taiz y Zeiger, 1991).

### **III.- MATERIALES Y MÉTODOS**

#### Localización y características del sitio experimental

El trabajo se realizó en el ciclo primavera-verano del año 2006, en la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, en Saltillo, Coahuila. El lugar tiene evaporación promedio mensual de 178 mm, el suelo es de origen aluvial, medianamente rico en materia orgánica, ligeramente alcalino, el pH oscila entre 7.4 y 7.8 y la textura es arcillo-limosa. El agua de riego es de clase C<sub>3</sub> S<sub>1</sub> de calidad media.

#### Diseño experimental y tratamientos

Los experimentos se establecieron en un diseño completamente al azar, con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos fueron: cubierta color transparente, cubierta color amarillo, cubierta color blanco y cubierta color rojo. El material vegetativo que se utilizó fue la calabacita cv. Zucchini gray el pepino cv. Poinsett. Las cubiertas de colores se colocaron en macrotúneles de 4.5 m de ancho por 10 m de largo y 1.95 m de alto en su parte central.

## Siembra

La siembra se realizó el 18 de marzo del año 2006 en charolas de poliestireno de 60 cavidades con peat moss y perlita como sustrato (60 % de peat moss y 40 % de perlita, base volumen) y fueron colocadas en macrotúneles. El riego, la fertilización y la aplicación de agroquímicos, se hizo por aspersion manual, con regadera, hasta que la plántula tuvo cuatro hojas verdaderas.

Para el control fitosanitario se aplicaron productos específicos para prevenir o controlar las plagas y enfermedades que se presentaron. Las variables registradas fueron:

### Variables evaluadas

**Materia seca**, se determinó cada cinco días en una planta por tratamiento y repetición y se inició a los 18 días después de la siembra (dds) y se terminó 15 días después; se pesó la parte aérea y la radicular, una vez que éstas llegaron a peso constante en estufa de secado marca Blu M Electric Company a 70 °C.

**Área foliar**, a la planta que se muestreo para determinar materia seca, se le midió el área foliar con un integrador LI-COR 3100 (Lincoln, Nebraska).

**Análisis de crecimiento**, con el fin de realizar un análisis funcional del crecimiento, los datos de área foliar y materia seca se usaron en un modelo

logístico para estimar los parámetros  $\beta_0$ ,  $\beta_1$  y  $\beta_2$ . Con ellos, se resolvió el modelo y se estimaron, a través del tiempo, valores de área foliar y materia seca para calcular cinco índices fisiotécnicos: TCC, TRC, TAN, RAF y RRV, con las fórmulas que reportó Hernández (2003).

#### Análisis estadístico

Se realizaron análisis de varianza en el paquete de diseños experimentales de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, versión 2.5 (Olivares, 1994), la comparación de medias, con la prueba de DMS, en este mismo programa y los índices fisiotécnicos en el programa computacional Statistica (StatSoft, 1995).

## IV.- RESULTADOS Y DISCUSIONES

### Área foliar estimada

Los tratamientos registraron diferencias significativas ( $P \leq 0.01$ ) en los muestreos realizados a los 18, 33 y 38, en calabacita y en todas las fechas de muestreo en pepino (Cuadro 1). El tratamiento donde se uso la cubierta amarilla fue superior al de la cubierta trasparente en más del 40 %, al momento que las plantas de calabacita estuvieron listas para el trasplante. En pepino, el mejor tratamiento fue donde se uso la cubierta blanca y superó al trasparente con casi el 70 % en la producción de área foliar por planta (Cuadro 2). En general, la producción de superficie asimilatoria se ve favorecida con el uso de cubierta amarilla y blanca en el cultivo de calabacita y con el uso de cubierta blanca el cultivo de pepino. Los resultados de incremento en el área foliar por efecto de las cubiertas amarilla y blanca permiten comentar que la disminución de la radiación total incidente por efecto de éstos colores de cubierta, así como la disminución de la radiación fotosintéticamente activa (RFA) (Domínguez, 2005) se deben a que mejoran la calidad de la luz que llega a este tipo de plantas con lo cual ocurre una fertilización lumínica (Anónimo, 2005). En el caso de la cubierta color blanco porque favorece la dispersión de la luz bajo la cubierta y en el caso del color amarillo porque de acuerdo a la ley de complementariedad de los colores (Anónimo, 2005) pasan, a

través de la cubierta, en mayor cantidad los colores violeta y azul que de acuerdo con Bueno (1984) y Torres (1990) favorecen la formación de hojas y por tanto de área foliar.

Cuadro 1. Fuentes de variación, cuadrados medios y coeficiente de variación para el área foliar estimada, en dos especies de cucurbitáceas y cinco fechas de muestreo.

FV	Cuadrados medios				
	18 dds	23 dds	28 dds	33 dds	38 dds
<b>Calabacita</b>					
TRAT	59.2663**	2.9075ns	33.3450ns	160.9935**	425.5638**
Error	4.0272	9.2748	12.0229	25.9064	12.8340
CV, %	10.98	10.99	9.46	11.82	7.53
<b>Pepino</b>					
TRAT	19.2692**	29.3357**	33.9068**	74.1789*	760.021**
Error	0.9319	1.4385	2.6805	18.8470	6.3227
CV, %	18.85	14.73	12.63	20.83	7.38

Cuadro 2. Comparación de medias (DMS) en el área foliar por planta en dos especies de cucurbitáceas y cinco fechas de evaluación.

TRAT	Área foliar (cm <sup>2</sup> .planta <sup>-1</sup> )				
	18 dds	23 dds	28 dds	33 dds	38 dds
<b>Calabacita</b>					
Trasparente	24.02 A	28.94 A	32.97 A	36.89 B	41.10 B
Amarillo	16.02 B	26.97 A	38.78 A	49.17 A	57.91 A
Blanco	16.17 B	27.39 A	39.14 A	47.81 AB	54.78 A
Rojo	16.87 B	27.58 A	35.79 A	38.29 AB	36.64 B
DMS	4.3351	- · -	- · -	10.9951	7.7389
<b>Pepino</b>					
Trasparente	5.68 B	9.20 A	14.81 AB	22.86 A	31.81 B
Amarillo	7.93 A	11.48 A	15.87 A	21.21 AB	27.70 BC
Blanco	2.90 C	5.73 B	11.66 BC	24.57 A	53.98 A
Rojo	3.97 BC	6.16 B	9.52 C	14.71 B	22.76 C
DMS	2.0854	2.5909	3.5367	6.6890	5.4319

<sup>z</sup> Valores con la misma letra en hileras son iguales de acuerdo con la prueba de DMS con una  $P \leq 0.01$ . dds = fecha de evaluación (días después del trasplante), DMS: diferencia mínima significativa.

### Materia seca estimada

En ambos cultivos, el efecto de los tratamientos registró diferencias significativas ( $P \leq 0.01$ ) en todos los muestreos realizados (Cuadro 3) y aquellos donde se utilizó la cubierta color blanco, en calabacita, y amarillo y blanco, en pepino, superaron hasta con 17 y 48 %, respectivamente, en la producción de materia seca por

planta, a los tratamientos donde se uso la cubierta trasparente o convencional (muestreo a los 38 dds) (Cuadro 4). Los resultados de incremento en la cantidad de materia seca por efecto de las cubiertas de color amarillo y blanco se deben al efecto en la producción de área foliar por éste color de plástico citado en párrafos anteriores.

Cuadro 3. Fuentes de variación, cuadrados medios y coeficiente de variación para la materia seca estimada, en dos especies de cucurbitáceas y cinco fechas de muestreo.

FV	Cuadrados medios				
	18 dds	23 dds	28 dds	33 dds	38 dds
<b>Calabacita</b>					
TRAT	0.04284**	0.04005**	0.03216**	0.02784*	0.06340*
Error	0.00113	0.00128	0.00220	0.00539	0.01442
CV, %	12.52	10.32	10.43	12.46	15.41
<b>Pepino</b>					
TRAT	0.01349**	0.02483**	0.04137**	0.06101**	0.10790**
Error	0.00027	0.00057	0.00135	0.00366	0.01206
CV, %	20.96	18.55	17.19	16.62	17.19

#### Tasa de crecimiento del cultivo

En el Cuadro 5, se presentan los efectos de los tratamientos sobre la velocidad de crecimiento de las plantas de calabacita y pepino. Se observó que los tratamientos utilizados provocaron diferencias significativas ( $P \leq 0.01$ ) en los muestreos realizados. En el cultivo de calabacita, el efecto fue mayor al trabajar con plástico

blanco como cubierta y éste tratamiento superó al tratamiento con cubierta transparente en casi 25 %, al inicio del período de evaluación, y con más del 150 % al final del período mencionado. En el cultivo de pepino, las plántulas que crecieron bajo plástico blanco superaron con casi 25 %, al inicio del periodo evaluado, y con más del 100 % al final del mismo período a las plántulas que crecieron bajo plástico transparente (Cuadro 6).

Cuadro 4. Comparación de medias (DMS) en la acumulación de materia seca en dos especies de cucurbitáceas y cinco fechas de evaluación.

TRAT	Materia seca (g.planta <sup>-1</sup> )				
	18 dds	23 dds	28 dds	33 dds	38 dds
<b>Calabacita</b>					
Transparente	0.4200 A <sup>z</sup>	0.4951 A	0.5827 A	0.6858 A	0.8079 AB
Amarillo	0.2182 B	0.2913 B	0.3888 B	0.5189 C	0.6929 B
Blanco	0.1906 B	0.2842 B	0.4240 B	0.6328 AB	0.9452 A
Rojo	0.2444 B	0.3143 B	0.4043 B	0.5205 BC	0.6710 B
DMS	0.0726	0.0772	0.1014	0.1132	0.1850
<b>Pepino</b>					
Transparente	0.0834 B	0.1331 B	0.2126 B	0.3397 B	0.5430 BC
Amarillo	0.1589 A	0.2380 A	0.3566 A	0.5346 A	0.8026 A
Blanco	0.0351 C	0.0744 C	0.1591 C	0.3435 B	0.7503 AB
Rojo	0.0368 C	0.0677 C	0.1263 C	0.2390 B	0.4586 C
DMS	0.0356	0.0514	0.0793	0.1308	0.2372

<sup>z</sup> Valores con la misma letra en hileras son iguales de acuerdo con la prueba de DMS con una  $P \leq 0.01$ . dds = fecha de evaluación (días después del trasplante), DMS: diferencia mínima significativa.

En el plástico blanco, los resultados se deben a que existe un mayor porcentaje de radiación reflejada y probablemente, mejor calidad de luz que es absorbida por las hojas en los diferentes estratos del dosel incluso, donde la radiación directa del sol no puede llegar. Así que las hojas, tienen mayor actividad fisiológica y también, a que los cultivos de calabacita y pepino responden a esta radiación por que son exigentes en luminosidad. La tendencia de la TCC descrita en este trabajo, coincide con la reportada por Azofeifa (1999) y Azofeifa y Moreira (2004) quienes señalaron que la TCC se incrementa a través del tiempo en el cultivo de chile. El comportamiento de la TCC en los cuatro tratamientos evaluados en cada cultivo, se presenta en las Figuras 1 y 2.

Cuadro 5. Fuente de variación, cuadrados medios y coeficiente de variación en la tasa de crecimiento del cultivo en dos especies de cucurbitáceas y cuatro fechas de evaluación.

FV	Cuadrados medios			
	20 dds	25 dds	30 dds	35 dds
<b>Calabacita</b>				
TRAT	0.000018ns	0.000095*	0.000361**	0.001142**
Error	0.000000	0.000020	0.000047	0.000108
CV, %	18.68	21.73	24.56	27.33
.....				
<b>Pepino</b>				
TRAT	0.000070**	0.000099**	0.000208*	0.001367**
Error	0.000003	0.000010	0.000034	0.000152
CV, %	18.42	18.71	19.46	22.44

FV : fuente de variación, dds : días después de siembra, TRAT : tratamiento. CV: coeficiente de variación.

### **Tasa relativa de crecimiento**

En el Cuadro 7 se presentan los efectos de los tratamientos sobre la eficiencia para producir biomasa en respuesta a cierto ambiente y se observaron diferencias significativas ( $P \leq 0.01$ ) en todas las fechas de muestreo y en ambos cultivos. En el cultivo de calabacita, el efecto fue mayor en los ambientes donde se colocaron cubiertas de color blanco y mostraron diferencias significativas con respecto a los ambientes donde se usó como cubierta el plástico transparente. El incremento en la TRC por efecto del tratamiento con plástico blanco fue superior al 140 %, en las plántulas de calabacita, y más del 70 %, en plántulas de pepino, en comparación con aquellas que crecieron bajo plástico transparente. El comportamiento de todas las cubiertas fotoselectivas en estudio, fue superior al del plástico convencional o transparente (Cuadro 8). El comportamiento de la TRC, en calabacita, refleja que las plantas bajo cubierta de color blanco no solo son capaces de crecer más rápido, por su mayor TCC, sino que también lo hacen con mayor eficiencia; es decir, las plantas de calabacita responden mejor en un ambiente de producción con mayor radiación reflejada. Estos resultados coinciden con los reportados por Causton (1991), quien trabajó con tomate y trigo y, con Hernández (2003) quien trabajó con cilantro y encontraron que la TRC disminuyó a través del tiempo. Valores de 0.11 y 0.02  $\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  en la TRC de chayote (*Sechium edule*), fueron reportados por Valverde y Sáenz (1985) y Azofeifa y Moreira (2004) en plantas de chile jalapeño, reportaron 0.167 y 0.001  $\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ , valores máximos y mínimos, y son similares a los valores aquí reportados. En las Figuras 3 y 4 se presenta el

comportamiento de la TRC de los cuatro tratamientos estudiados en cada cultivo, a través del período evaluado.

Cuadro 6. Comparación de medias (DMS) en la tasa de crecimiento del cultivo en dos especies de cucurbitáceas y cuatro fechas de evaluación.

TRAT	Tasa de crecimiento del cultivo (g.d <sup>-1</sup> )			
	20 dds	25 dds	30 dds	35 dds
<b>Calabacita</b>				
Trasparente	0.015033 A <sup>z</sup>	0.017518 B	0.020620 B	0.024419 B
Amarillo	0.014632 A	0.019495 B	0.026025 B	0.034800 B
Blanco	0.018737 A	0.027955 A	0.041764 A	0.062480 A
Rojo	0.013977 A	0.018000 B	0.023247 B	0.030090 B
DMS	- -	0.0069	0.0148	0.0224
<b>Pepino</b>				
Trasparente	0.009948 B	0.015897 B	0.025417 B	0.040656 B
Amarillo	0.015811 A	0.023713 A	0.035622 A	0.053592 B
Blanco	0.007865 B	0.016936 AB	0.036881 A	0.081363 A
Rojo	0.006189 B	0.011724 B	0.022531 B	0.043924 B
DMS	0.0040	0.0069	0.0090	0.0190

<sup>z</sup> Valores con la misma letra en hileras son iguales de acuerdo con la prueba de DMS con una  $P \leq 0.01$ . dds = fecha de evaluación (días después del trasplante), DMS: diferencia mínima significativa.

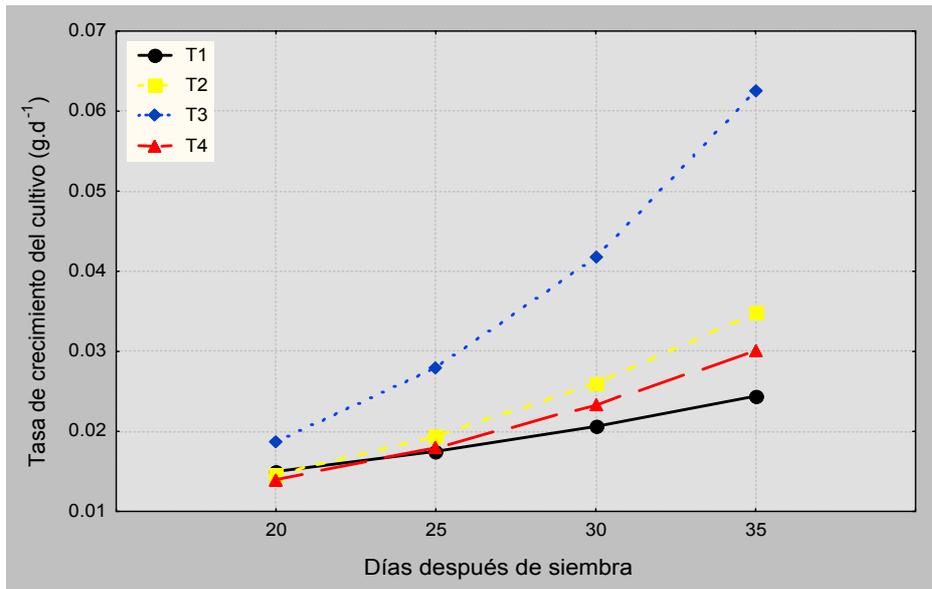


Figura 1. Tasa de crecimiento del cultivo en plántulas de calabacita por efecto del color de cubierta. T1= cubierta de plástico transparente, T2= cubierta de plástico amarillo, T3= cubierta de plástico blanco, T4= cubierta de plástico rojo.

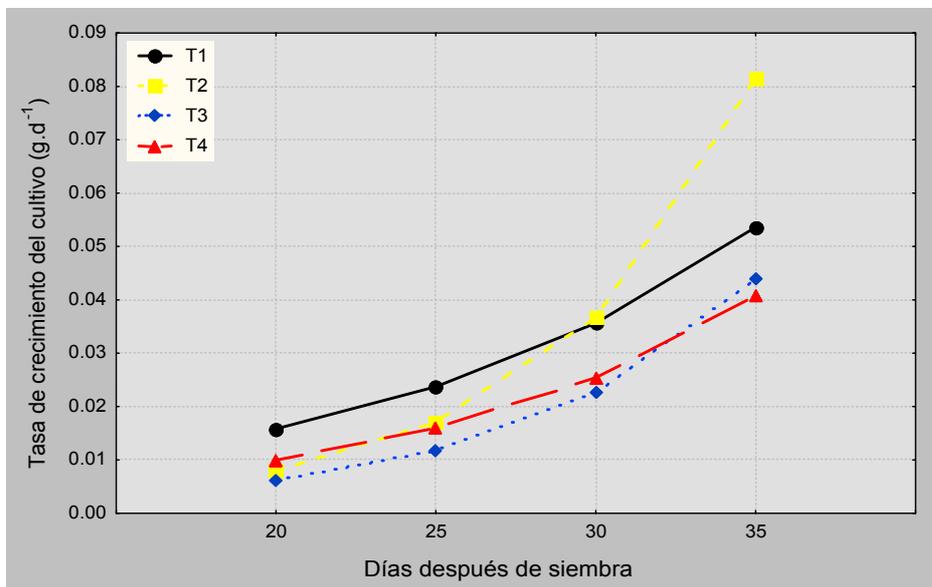


Figura 2. Tasa de crecimiento del cultivo en plántulas de pepino por efecto del color de cubierta. T1= cubierta de plástico transparente, T2 cubierta de plástico amarillo, T3= cubierta de plástico blanco, T4 cubierta de plástico rojo.

Cuadro 7. Fuente de variación, cuadrados medios y coeficiente de variación en la tasa relativa de crecimiento en dos especies de cucurbitáceas y cuatro fechas de evaluación.

FV	Cuadrados medios			
	20 dds	25 dds	30 dds	35 dds
<b>Calabacita</b>				
TRAT	0.001532**	0.001559**	0.001572**	0.001579**
Error	0.000087	0.000090	0.000092	0.000093
CV, %	16.76	17.15	17.42	17.61
<b>Pepino</b>				
TRAT	0.004947**	0.004962**	0.004970**	0.004975**
Error	0.000402	0.000402	0.000403	0.000403
CV, %	17.42	17.43	17.44	17.45

FV : fuente de variación, dds : días después de siembra, TRAT : tratamiento. CV: coeficiente de variación.

Cuadro 8. Comparación de medias (DMS) en la tasa relativa de crecimiento en dos especies de cucurbitáceas y cuatro fechas de evaluación.

TRAT	Tasa relativa de crecimiento (g.g <sup>-1</sup> .d <sup>-1</sup> )			
	20 dds	25 dds	30 dds	35 dds
<b>Calabacita</b>				
Trasparente	0.033602 C	0.032933 C	0.032569 C	0.032354 C
Amarillo	0.057444 B	0.057034 B	0.056761 B	0.056579 B
Blanco	0.080804 A	0.080584 A	0.080439 A	0.080343 A
Rojo	0.050437 BC	0.050132BC	0.049941 BC	0.049816 BC
DMS	0.0201	0.0204	0.0207	0.0208
<b>Pepino</b>				
Trasparente	0.093658 BC	0.093631 BC	0.093622 BC	0.093619 BC
Amarillo	0.081429 C	0.081271 C	0.081182 C	0.081130 C
Blanco	0.159924 A	0.159917 A	0.159914 A	0.159912 A
Rojo	0.125484 AB	0.125479 AB	0.125477 AB	0.125477 AB
DMS	0.0433	0.0433	0.0434	0.0434

<sup>z</sup> Valores con la misma letra en hileras son iguales de acuerdo con la prueba de DMS con una  $P \leq 0.01$ . dds = fecha de evaluación (días después del trasplante), DMS: diferencia mínima significativa.

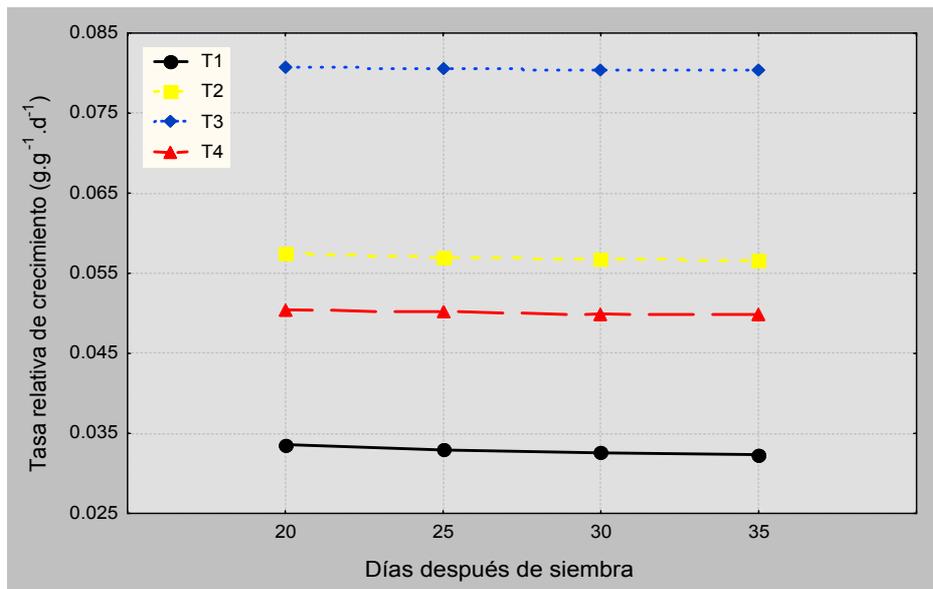


Figura 3. Tasa relativa de crecimiento en plántulas de calabacita por efecto del color de cubierta. T1= cubierta de plástico transparente, T2= cubierta de plástico amarillo, T3= cubierta de plástico blanco, T4= cubierta de plástico rojo.

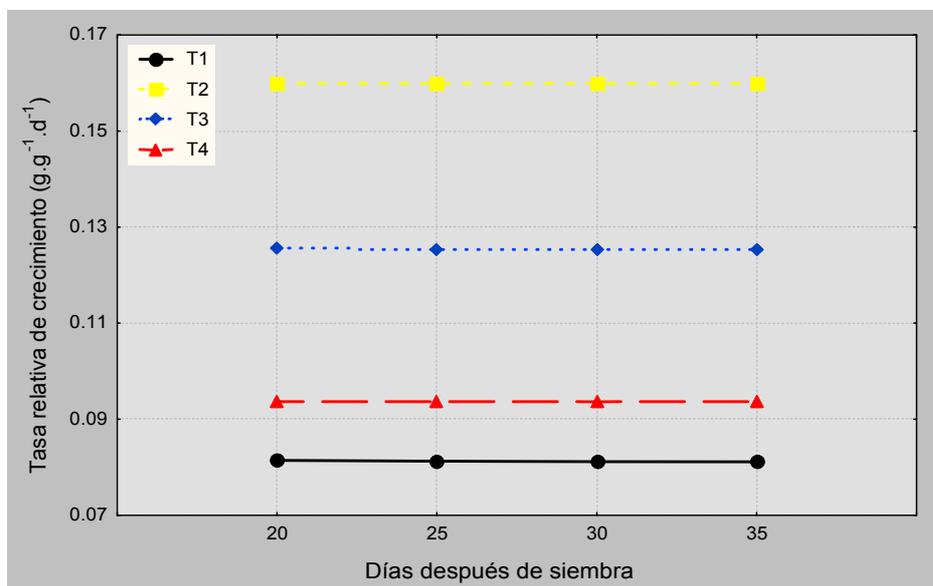


Figura 4. Tasa relativa de crecimiento en plántulas de pepino por efecto del color de cubierta. T1= cubierta de plástico transparente, T2= cubierta de plástico amarillo, T3= cubierta de plástico blanco, T4= cubierta de plástico rojo.

### **Tasa de asimilación neta**

La tasa de asimilación neta mostró diferencias estadísticas significativas entre tratamientos en todas las fechas de muestreo en el cultivo de calabacita y en la segunda fecha, en el cultivo de pepino (Cuadro 9). Por lo anterior, en el Cuadro 10 se reportan los resultados de la comparación de medias donde se puede observar, en calabacita, que en general las cubiertas de color superaron a la cubierta transparente al mostrar valores mayores de TAN en las cuatro fechas evaluadas. En particular, la TAN de las plántulas bajo el color blanco superó estadísticamente a los valores obtenidos bajo la cubierta transparente, en las fechas evaluadas, con porcentajes de 55.81, 51.42, 64.44 y 102.91, respectivamente. Es decir, que al reducir en cierta medida la radiación incidente la plántula mejora su fotosíntesis y esto se refleja en mayor crecimiento quizás, porque también disminuye su respiración. Estos resultados coinciden con Torres (1984) quién al trabajar con tomate, rábano y chícharo reportó resultados similares. En el caso de los trasplantes de pepino, se tiene que aunque sin diferencias significativas la cubierta de plástico blanco produjo los mayores valores de TAN superando a la cubierta transparente, en la última fecha de muestreo, con 83.31 % (Cuadro 10). En las Figuras 5 y 6 se presenta el comportamiento de esta variable a través del período de evaluación.

Cuadro 9. Fuente de variación, cuadrados medios y coeficiente de variación en la tasa de asimilación neta en dos especies de cucurbitáceas y cuatro fechas de evaluación.

FV	Cuadrados medios			
	20 dds	25 dds	30 dds	35 dds
<b>Calabacita</b>				
TRAT	0.000000*	0.000000*	0.000000*	0.000000**
Error	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
CV, %	16.23	17.70	18.60	18.12
<b>Pepino</b>				
TRAT	0.000000ns	0.000000*	0.000000ns	0.000006ns
Error	0.000000	0.000000	0.000000	0.000012
CV, %	16.78	14.41	21.80	20.12

FV : fuente de variación, dds : días después de siembra, TRAT : tratamiento. CV: coeficiente de variación.

Cuadro 10. Comparación de medias (DMS) en la tasa de asimilación neta en dos especies de cucurbitáceas y cuatro fechas de evaluación.

TRAT	Tasa de asimilación neta (g.cm <sup>-2</sup> .d <sup>-1</sup> )			
	20 dds	25 dds	30 dds	35 dds
<b>Calabacita</b>				
Trasparente	0.000568 B	0.000564 B	0.000585 B	0.000617 B
Amarillo	0.000697 B	0.000595 B	0.000585 B	0.000642 B
Blanco	0.000885 A	0.000854 A	0.000962 A	0.001252 A
Rojo	0.000642 B	0.000567 B	0.000620 B	0.000795 B
DMS	0.0002	0.0002	0.0002	0.0004
<b>Pepino</b>				
Trasparente	0.001359 A	0.001343 C	0.001371 A	0.001372 A
Amarillo	0.001659 A	0.001753 AB	0.001942 A	0.002227 A
Blanco	0.001952 A	0.002016 A	0.002196 A	0.002515 A
Rojo	0.001270 A	0.001539 BC	0.001887 A	0.002338 A
DMS	- · -	0.004	- · -	- · -

<sup>z</sup>Valores con la misma letra en hileras son iguales de acuerdo con la prueba de DMS con una  $P \leq 0.01$ .  
dds = fecha de evaluación (días después del trasplante), DMS: diferencia mínima significativa.

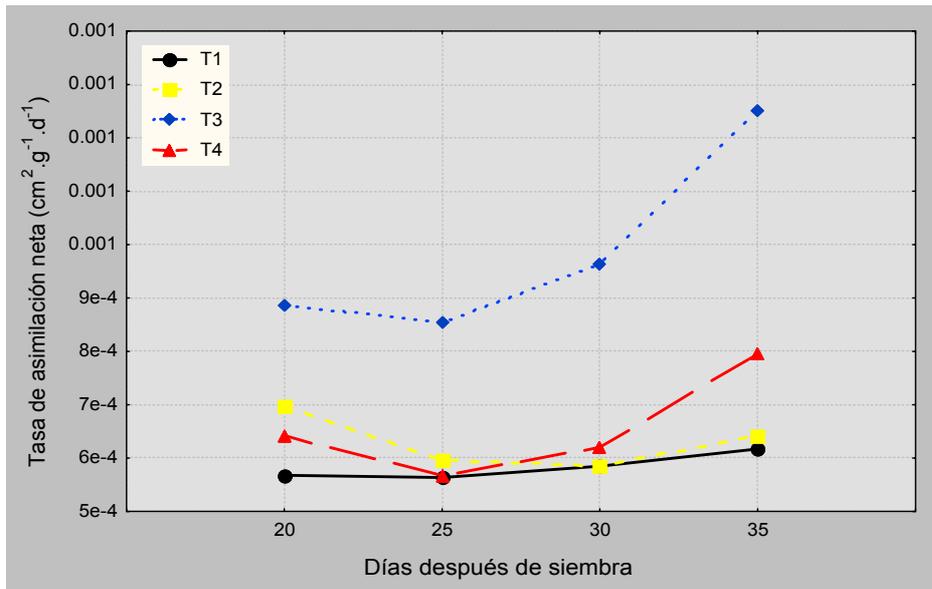


Figura 5. Tasa de asimilación neta en plántulas de calabacita por efecto del color de cubierta. T1= cubierta de plástico transparente, T2= cubierta de plástico amarillo, T3= cubierta de plástico blanco, T4= cubierta de plástico rojo.

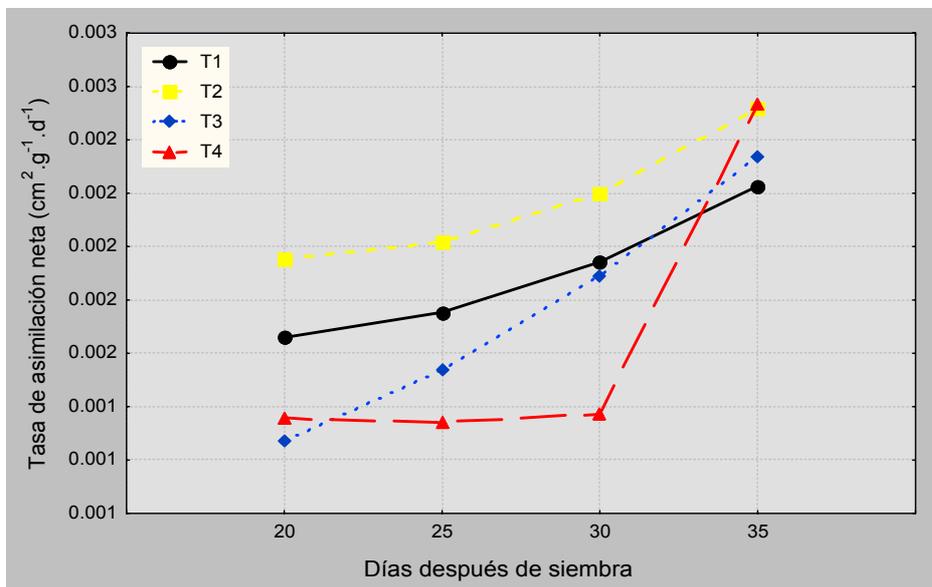


Figura 6. Tasa de asimilación neta en plántulas de pepino por efecto del color de cubierta. T1= cubierta de plástico transparente, T2= cubierta de plástico amarillo, T3= cubierta de plástico blanco, T4= cubierta de plástico rojo.

### **Relación de área foliar**

La relación de área foliar mostró diferencias estadísticas significativas entre tratamientos en todas las fechas de muestreo en el cultivo de calabacita y en las fechas de muestreo intermedias, en el cultivo de pepino (Cuadro 11). Por lo anterior, en el Cuadro 12 se reportan los resultados de la comparación de medias donde se puede observar, en calabacita, que en general las cubiertas de color superaron a la cubierta transparente al mostrar valores mayores de RAF en las cuatro fechas evaluadas. En particular, la RAF de las plántulas bajo el color amarillo superó estadísticamente a aquellos valores obtenidos bajo la cubierta transparente, en las cuatro fechas evaluadas, con porcentajes de 42.30, 67.36, 76.27 y 68.97, respectivamente. Es decir, que al eliminar en cierta medida la luz amarilla actúan colores de luz en las bandas violeta, azul oscuro y azul que son óptimas para producir hojas lo cual, se refleja en mayor RAF. Estos resultados coinciden con Torres (1984) quién al trabajar con tomate, rábano y chícharo reportó resultados similares. En el caso de los trasplantes de pepino, se tiene que aunque sin diferencias significativas la cubierta de plástico blanco produjo los mayores valores de RAF superando a la cubierta transparente, en la última fecha de muestreo, con 33 % (Cuadro 12). En las Figuras 7 y 8 se presenta el comportamiento de esta variable a través del período de evaluación.

Cuadro 11. Fuente de variación, cuadrados medios y coeficiente de variación en la relación de área foliar en dos especies de cucurbitáceas y cuatro fechas de evaluación.

FV	Cuadrados medios			
	20 dds	25 dds	30 dds	35 dds
<b>Calabacita</b>				
TRAT	793.5729**	1312.3463**	1239.3281**	904.6458**
Error	63.6920	38.4850	34.3633	145.5931
CV, %	10.24	7.36	7.39	17.77
<b>Pepino</b>				
TRAT	2130.7371ns	1121.1197**	861.0026**	897.7591ns
Error	719.6660	162.4596	115.0749	658.2744
CV, %	14.44	18.21	16.89	16.11

FV : fuente de variación, dds : días después de siembra, TRAT : tratamiento. CV: coeficiente de variación.

### Relación raíz:vástago

La relación raíz:vástago mostró diferencias estadísticas significativas entre tratamientos en la primera y tercera fechas de muestreo en el cultivo de calabacita y en las fechas primera y segunda, en el cultivo de pepino (Cuadro 13). Por lo anterior, en el Cuadro 14 se reportan los resultados de la comparación de medias donde se puede observar, en calabacita, que en general la cubierta transparente superó a las cubiertas de color al mostrar valores mayores de RRV en las cuatro fechas evaluadas. Sin embargo al final del período evaluado todos los tratamientos tuvieron igual comportamiento estadístico y numéricamente la mayor RRV se obtuvo en las plántulas que crecieron bajo la cubierta blanca. Resultados

que coinciden con Torres (2002) y con Hernández (2002) quiénes trabajaron en la producción de trasplantes de lechuga y brócoli, respectivamente. En cambio, en el cultivo de pepino las plántulas bajo la cubierta transparente superaron a las que crecieron bajo cubiertas fotoselectivas, aunque sin diferencias estadísticas al final del período evaluado (Cuadro 14). El comportamiento de la RRV durante el periodo evaluado se muestra en las Figuras 9 y 10.

Cuadro 12. Comparación de medias (DMS) en la relación de área foliar en dos especies de cucurbitáceas y cuatro fechas de evaluación.

TRAT	Relación de área foliar (cm <sup>2</sup> .g <sup>-1</sup> .d <sup>-1</sup> )			
	20 dds	25 dds	30 dds	35 dds
<b>Calabacita</b>				
Transparente	58.42 B	57.66 B	55.13 C	52.28 B
Amarillo	83.13 A	96.50 A	97.18 A	88.34 A
Blanco	91.60 A	94.79 A	84.17 B	67.08 AB
Rojo	78.63 A	88.27 A	80.68 B	63.86 AB
DMS	17.2401	13.4012	12.6632	26.0655
<b>Pepino</b>				
Transparente	69.10 A	69.88 AB	68.82 A	55.30 A
Amarillo	49.54 A	46.40 B	41.90 B	36.89 A
Blanco	92.91 A	80.75 A	74.61 A	73.54 A
Rojo	100.06 A	82.96 A	68.73 A	56.86 A
DMS	- - -	27.5340	23.1732	- - -

<sup>z</sup> Valores con la misma letra en hileras son iguales de acuerdo con la prueba de DMS con una  $P \leq 0.01$ .  
dds = fecha de evaluación (días después del trasplante), DMS: diferencia mínima significativa.

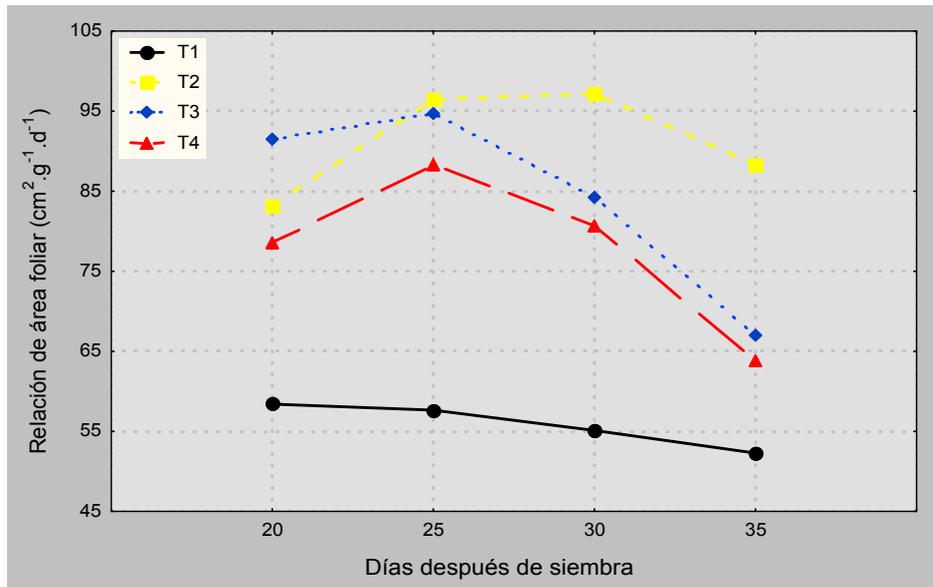


Figura 7. Relación de área foliar en plántulas de calabacita por efecto del color de cubierta. T1= cubierta de plástico transparente, T2= cubierta de plástico amarillo, T3= cubierta de plástico blanco, T4= cubierta de plástico rojo.

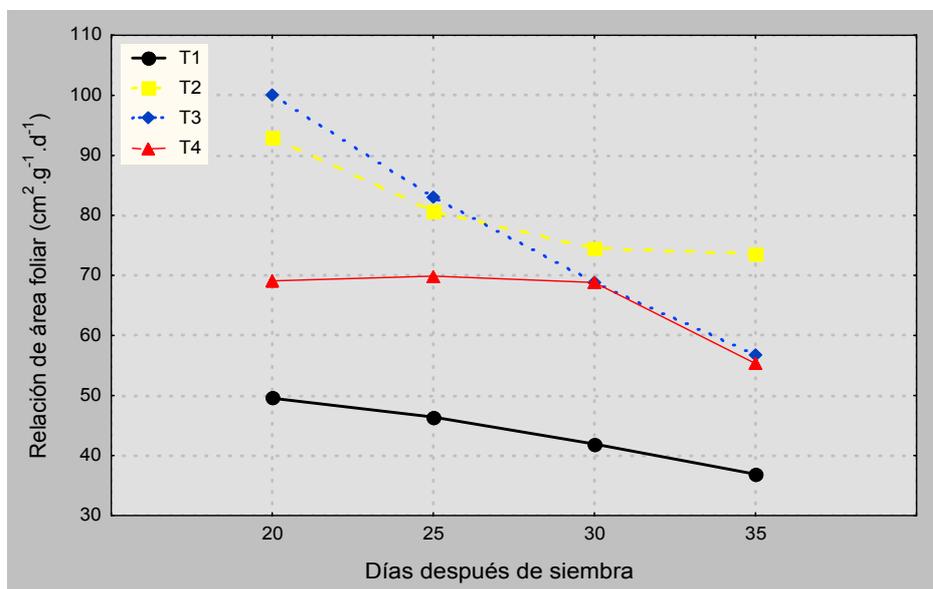


Figura 8. Relación de área foliar en plántulas de pepino por efecto del color de cubierta. T1= cubierta de plástico transparente, T2= cubierta de plástico amarillo, T3= cubierta de plástico blanco, T4= cubierta de plástico rojo.

Cuadro 13. Fuente de variación, cuadrados medios y coeficiente de variación en la relación raíz:vástago en dos especies de cucurbitáceas y cuatro fechas de evaluación.

FV	Cuadrados medios			
	20 dds	25 dds	30 dds	35 dds
<b>Calabacita</b>				
TRAT	0.202615*	0.019195ns	0.097102*	0.099541ns
Error	0.039944	0.014129	0.019986	0.035724
CV, %	23.08	14.82	18.78	23.66
<b>Pepino</b>				
TRAT	0.504174**	0.859610**	0.184598ns	0.003279ns
Error	0.024395	0.052667	0.072095	0.027603
CV, %	29.86	25.53	22.97	16.53

FV : fuente de variación, dds : días después de siembra, TRAT : tratamiento. CV: coeficiente de variación.

Cuadro 14. Comparación de medias (DMS) en la relación raíz:vástago en tres especies de cucurbitáceas y cuatro fechas de evaluación.

TRAT	Relación raíz:vástago (g.g <sup>-1</sup> )			
	20 dds	25 dds	30 dds	35 dds
<b>Calabacita</b>				
Trasparente	1.0960 A	0.8905 A	0.9648 A	0.9213 A
Amarillo	0.7196 BC	0.7411 A	0.6605 B	0.7364 A
Blanco	0.6316 C	0.8239 A	0.6148 B	0.6045 A
Rojo	1.0165 AB	0.7533 A	0.7708 AB	0.9329 A
DMS	0.3079	- -	0.2178	- -
<b>Pepino</b>				
Trasparente	1.0349 A	1.4736 A	1.4775 A	1.0434 A
Amarillo	0.3118 B	0.5972 BC	1.0070 A	0.9746 A
Blanco	0.2582 B	0.4573 C	1.0395 A	1.0046 A
Rojo	0.4871 B	1.0673 AB	1.1522 A	0.9974 A
DMS	0.3374	0.4958	- -	- -

<sup>z</sup>Valores con la misma letra en hileras son iguales de acuerdo con la prueba de DMS con una  $P \leq 0.01$ .  
dds = fecha de evaluación (días después del trasplante), DMS: diferencia mínima significativa.

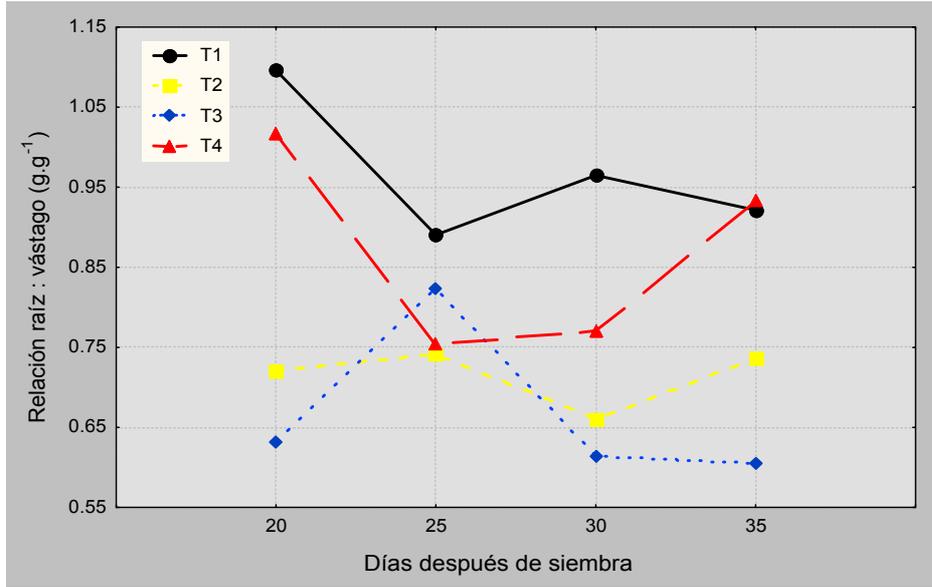


Figura 9. Relación raíz:vástago en plántulas de calabacita por efecto del color de cubierta. T1= cubierta de plástico trasparente, T2= cubierta de plástico amarillo, T3= cubierta de plástico blanco, T4= cubierta de plástico rojo.

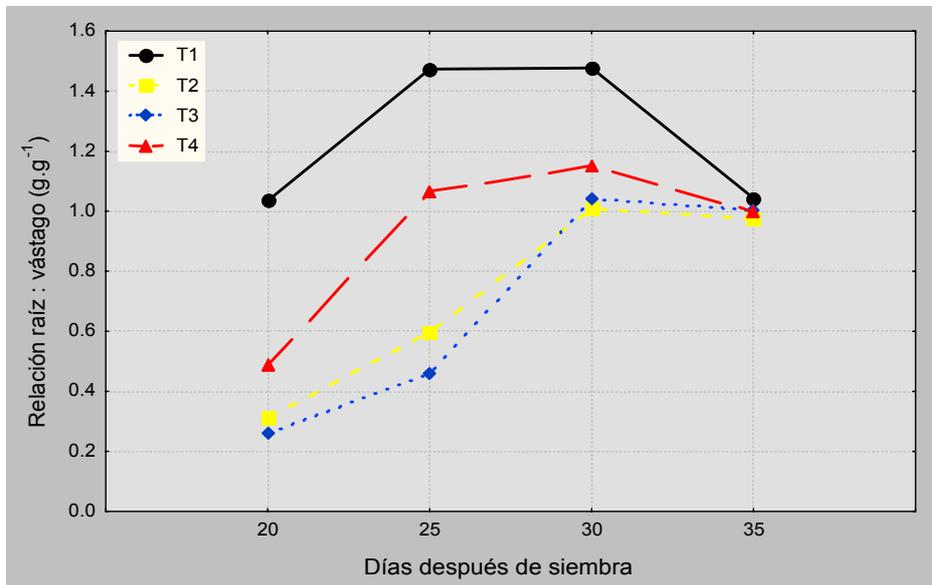


Figura 10. Relación raíz:vástago en plántulas de pepino por efecto del color de cubierta. T1= cubierta de plástico trasparente, T2= cubierta de plástico amarillo, T3= cubierta de plástico blanco, T4= cubierta de plástico rojo.

## V.- CONCLUSIONES

En general, en calabacita, todas las cubiertas fotoselectivas mostraron mayores índices de crecimiento en comparación con el plástico transparente convencional en la producción de trasplantes. Sobresale la cubierta blanca seguida por la cubierta color amarillo. En el caso del pepino, la cubierta blanca reportó los mayores índices de crecimiento. Es de destacar que los valores de la RRV fueron mayores en los trasplantes que crecieron bajo la cubierta transparente y superaron a los obtenidos bajo las cubiertas fotoselectivas. La cubierta roja fue la que reportó los valores mas cercanos a los de la cubierta transparente.

El uso de cubiertas fotoselectivas para la producción de trasplantes de cucurbitáceas parece ser una buena alternativa para obtener plántulas de mayor calidad. Se recomienda continuar con este tipo de trabajos de investigación.

## VI.- LITERATURA CITADA

- ANÓNIMO. 2005. Producción de plantines de tomate, chile y pepino bajo cubiertas fotoselectivas. Página de INTERNET
- ASCENCIO, J.; SGAMBATTI, L. 1988. Análisis de crecimiento en tres cultivares de caraotas venezolanas (*Phaseolus vulgaris* L. cv. "Coché, cv. "Cubagua", cv. "Tacarigua") en condiciones de campo. *Agronomía Trop.* 25 (2): 125 - 147.
- AZOFEIFA A., A. 1999. Análisis del crecimiento en dos tipos de chile. XI Congreso Nacional Agronómico.  
[http://WWW.mag.go.cr/congreso\\_agronomico\\_XI/a50-6907-II\\_349.pdf](http://WWW.mag.go.cr/congreso_agronomico_XI/a50-6907-II_349.pdf)
- AZOFEIFA A., A.; MOREIRA, M. A. 2004. Análisis de crecimiento del chile jalapeño (*Capsicum annuum* L. cv. Hot), en Alajuela, Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 28 (1): 57 – 67.
- BENAVIDES M., A.; R. K. MAITÍ; M. J. VERDE ; R. FOROUGHBAKHCH; H. GÁMEZ Y M. BADI. 1998. Agroplasticultura: del control microambiental al control del metabolismo y la morfogénesis. *Ciencia UANL* 1: 135 – 140.
- BENAVIDES M., A.; DE LEÓN R. A. G.; FACIO C. M. E.; ZAMARRIPA L. J.; ROBLEDO T. V.; RAMÍREZ R. H.; HERNÁNDEZ D. J. Y ARIAS G. 2002. Estudio espectralradiométrico de diferentes materiales plásticos para acolchado. *Revista AGROFAZ* 2 (1): 36 – 44.

- BENAVIDES M., A.; RAMÍREZ R. H. ; ROBLEDO T. V. y HERNÁNDEZ D. J. 2002. Punto de compensación fotosintético y su correlación con la biomasa de espinacas bajo películas de polietileno. Revista AGROFAZ 2 (2): 127 – 134.
- BIDWELL, R.G.S. 1990. Fisiología Vegetal. Ed. AGT, S.A. México.
- BRADBURNE, J. A.; KASPERBAUER, M. J.; MATHIS, J. N. 1989. Reflected far-red light effects on chlorophyll and light harvesting chlorophyll protein (LCH-11) contents under field conditions. Plant Physiol 91: 800-803.
- CATALINA, F.; SANTAMARÍNA, R.; SALMERÓN, A.; ESPÍ, E. 2000. Filmes fotoselectivos agrícolas para el control de la fotomorfogénesis de los cultivos. Revista Plásticos Modernos 80 (531): 290 – 297.
- CAUSTON, D. R. 1991. Plant growth analysis: the variability of relative growth rate within a simple. Annals of Botany 67 (2): 137-144.
- GARCÍA, E. 1982. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. 3ª ed. Ed. Offset Larios, S. A. D. F., México. 252 p.
- HATT, A. H.; MCMAHON, M. J.; LINVILLE, D. E.; DECOTEAU, D. R. 1994. Influence of spectral qualities and resulting soil temperatures of mulch films on bell pepper growth and production. Plasticulture 101: 154 - 159.
- HANNA, H.Y.; E. P. MILLHOLLON; J. K. HERRIK Y C. L. FLETCHER. 1997. Increased yield of heat – tolerant tomatoes with deep transplanting, morning irrigation and with mulch. HortScience 32: 224 – 226.
- HERNÁNDEZ D., J.; ROBLEDO T. V.; BENAVIDES M. A. Y FLORES V. J. 2002. Producción de trasplantes de brócoli (*Brassica oleracea* var. Itálica L.). Revista AGROFAZ 2 (1): 25 – 29.

- HERNANDEZ D., J. 2003. Crecimiento y desarrollo del cilantro (*Coriandrum sativum* L.) por efecto del fotoperíodo y la temperatura y su control con fitorreguladores. Tesis doctoral. FAUANL. Marín, N. L. 202 p.
- HUNT, R. 1982. Plant Curves The Functional Approach To Plant Growth Analysis. Edward Arnold, Pub. London, U.K. 276 p.
- KASPERBAUER, M. J. 1999. Colored mulch for food crops. Amer Chem Soc Chemtech (29): 845.
- KASPERBAUER, M. J. 1988. Phytochrome involvement in regulation of the photosynthetic apparatus and plant adaptation. Plant Physiol. Biochem. 26: 519 – 524.
- KASPERBAUER, M. J. 1992. Phytochrome regulation of morphogenesis in green plants : from the Beltsville spectrograph to colored mulch in the field. Photochem. Photobiol. 56. 823 – 832.
- LAMONT, W.; HENSLEY, D.; WIEST, S.; GAUSSOIN, R. 1993. Relay intercropping muskmelons with scoots pine christmas trees using plastic mulch and drip irrigation. Hort Science 28: 177-178.
- LÓPEZ, J.; RAMOS, R.; ÁLVAREZ, A. 1997. Los plásticos en la producción forzada de melón (*Cucumis melo* L.). Horticultura Mexicana 5 (1): 6.
- MATALLANA G., A. Y C.J.I. MONTERO. 1989. Invernaderos: Diseño, Construcción y Ambientación. Ed. Mundi-Prensa, Madrid, España.
- MILTHORPE, F.; MOORBY, J. 1982. Introducción a la Fisiología de los Cultivos. Ed. Hemisferio Sur. H. González (Trad.). Buenos Aires, Argentina. 259 p.
- OLIVARES S., E. 1995. Paquete de diseños experimentales de la FAUANL, versión, 2.5. Facultad de agronomía de la UANL, Marín, N. L., México.

- PUPPALA, N.; FOWLER, J.L. 1999. Growth analysis of *Lesquerella* in response to moisture stress. 244-246 pp. *In: Perspectives on New Crops and New Uses*. JANICK, J. (ed). ASHS Press, Alexandria, VA.
- QUERO, E.; G. E. TERÁN; A. BENAVIDES; F. HERNÁNDEZ Y M. S. VALLE. 1993. Fertigación carbónica y lumínica en cultivos vegetales. Centro de Investigación en Química Aplicada. Presentado en el Congreso Internacional de Nuevas Tecnologías Agrícolas, Manzanillo, Colima.
- ROBLEDO P., F. Y L. MARTÍN V. 1981. Aplicación de los Plásticos en la Agricultura. Ed. Mundi- Prensa, Madrid, España.
- ROBLEDO T., V.; HERNÁNDEZ D. J.; BENAVIDES M. A.; RAMÍREZ M. H. Y RAMÍREZ G. F. 2002. El uso de cubiertas plásticas de colores sobre la producción de lechuga (*Lactuca sativa* L.). Revista AGROFAZ 2 (1): 45 – 50.
- RODRÍGUEZ P., A. 1991. Semiforzado de Cultivos Mediante el Uso de Plásticos. Editorial LIMUSA. México. 126 p.
- SALISBURY, B. F. Y C. W. ROSS. 1994. Fisiología Vegetal. Editorial Grupo Editorial Mexicano, S. A. de C. V. México. pp. 235.
- SANDERS, D. C.; T. R. KONSLEK; W. J. LAMONT AND E. A. ESTES. 1986. Pepper and muskmelon economics when grown with plastic mulch and trickle irrigation. Proc. Natl. Agr. Plastics Congress. 19: 302 – 314.
- SERRANO C., Z. 1990. Técnicas de Invernadero. Ed. P.A.O. Suministros Gráficos S.A. Sevilla, España.
- SIVORI M., E.; MONTALDI, E. R.; CASO, O. H. 1980. Fisiología Vegetal. Ed. Hemisferio Sur S. A. Buenos Aires, Argentina. 680 p.

- SOLÓRZANO V., E.; ORTIZ, C. J.; MENDOZA, O. L. 1982. Análisis de crecimiento en haba (*Vicia faba* L) Agrocencia 103-106.
- STATSOFT. 1995. Statistic for windows (computer program manual). Tulsa, OK. StatSoft, Inc., 2300 East 14<sup>th</sup> Street, Tulsa, OK.
- STEER, B.; PEARSON, C. J. 1976. Photosynthate translocation in *Capsicum annum*. Planta 128: 155 – 162.
- TABER, H. J. 1983. Effects of plastics soil and plant covers on lowa tomato and muskmelon production. Proc. Natl. Agr. Plastics Congress. 17: 37 – 45.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. 1991. Plant Physiology. Ed. Benjamin Cummings, USA. 565p.
- TORRES R., E. 1990. Agrometeorología. Editorial Trillas, México.
- VALADEZ L., A. 1994. Producción de hortalizas. Editorial LIMUSA, 2<sup>a</sup> Reimpresión. México. 298 p.
- VALVERDE, E.; SÁENZ, M. V. 1985. Análisis de crecimiento del chayote (*Sechium edule* Sw). Turrialba 35 (4): 395-402.
- WALLACE, D.H.; MUNGER, H.M. 1985. Studies of the physiological basis for yield differences. I. Growth analysis of six dry bean varieties. Crop Science 5: 343-347.
- YUSUF, R. I.; SIEMENS, J. C.; BULLOCK, D. J. 1999. Growth analysis of soybean under no – tillage and conventional tillage systems. Agronomy Journal 91: 928 – 933.